ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 NOVEMBRE 1903,

PRÉSIDENCE DE M. ALBERT GAUDRY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ZOOLOGIE. — *Sur la non-régénération des sphéridies chez les Oursins.* Note de M. YVES DELAGE.

« Dans une Note précédente (*Comptes rendus,* séance du 5 mai 1902), j'ai montré que les sphéridies des Oursins ne sont pas, comme on avait cru pouvoir le supposer d'après leur structure et leur conformation, des organes, du moins exclusifs, de l'équilibre ou de l'orientation locomotrice, car les Oursins privés de ces organes arrivent à se retourner quand on les place sur le pôle apical. Cependant, les Oursins ainsi mutilés se retournent d'abord plus difficilement, plus paresseusement que les autres; ce n'est qu'au bout de quelque temps qu'il devient impossible de les distinguer, sous ce rapport, des Oursins non opérés.

» Il y avait donc lieu de se demander si les sphéridies enlevées ne se régénèrent pas.

» Pour vérifier ce point, j'ai enlevé, au commencement de juillet, les sphéridies chez plusieurs Oursins [*Paracentrotus* (*Strongylocentrotus*) *lividus*]. A la fin d'octobre, c'est-à-dire près de trois mois plus tard, j'ai examiné ces Oursins et constaté que les sphéridies ne se sont pas régénérées. Les autres organes, épiderme, piquants, pédicellaires se sont si bien régénérés, qu'il est impossible de distinguer la région où ils ont été enlevés, par grattage jusqu'à la couche calcaire, des régions voisines laissées intactes. Mais les sphéridies sont absolument absentes partout où elles ont été détruites par l'opération.

» Il serait, à la rigueur, possible qu'un temps plus long fût nécessaire à cette régénération. Aussi ai-je laissé quelques individus opérés, en observation, pour vérifier la chose plus tard. Mais dès maintenant il est acquis

que la régénération ne se fait absolument pas dans un délai de trois mois, plus que suffisant pour la régénération des appendices voisins. Il est extrêmement probable que cette régénération n'aura pas lieu. »

ZOOLOGIE. — *Remarques de M.* **Edm. Perrier**, *à propos de la Communication de M.* Raphaël Dubois, *du* 19 *octobre dernier*, « *Sur les huîtres perlières vraies* ».

« Filippi a affirmé le premier, en 1852, que les perles étaient dues à la présence d'un ver parasite du genre Distome, et a préconisé la propagation de ce parasite en vue de la production des perles. On contesta ses observations, bien que sur les lieux de pêche des huîtres perlières, l'opinion se soit répandue que la perle était le résultat d'une maladie contagieuse. M. R. Dubois apporte aux idées de Filippi une précieuse confirmation. Je dois ajouter que, dans une lettre datée du 23 juillet, un naturaliste du laboratoire colonial du Muséum, qui étudie la production des perles pour le compte de nos colonies océaniennes, à Rikitéa, m'écrit : « La formation » des perles fines est due à la présence, dans les tissus de l'huître perlière, » d'un petit Amphistome, dont le cycle évolutif n'est pas connu d'une » façon complète ».

» Ces observations concordantes quoique indépendantes semblent indiquer que nous touchons à la solution du problème. »

MÉCANIQUE. — *Note de M.* **Appell** *accompagnant la présentation du Tome II de la seconde édition de son* « *Traité de Mécanique rationnelle* ».

« Ce deuxième Volume est entièrement consacré à la *Dynamique des systèmes* et à la *Mécanique analytique*. Voici, aussi brièvement que possible, les principaux changements qu'il présente par rapport à la première édition.

» Dans l'exposé des théorèmes généraux, les applications du théorème des moments des quantités de mouvement ont été modifiées en vue des particularités présentées par certains systèmes déformables, les êtres vivants par exemple, qui paraissent pouvoir effectuer une révolution complète autour d'un axe, sans l'intervention de forces extérieures.

» Dans la théorie du frottement de glissement, nous avons expliqué, sur un exemple simple, les difficultés qui se présentent dans l'application des

lois empiriques du frottement ordinairement admises et nous avons exposé les points essentiels des recherches de M. Painlevé sur cette question (*Comptes rendus*, t. CXXI, 1895).

» Pour le mouvement d'un solide autour d'un point fixe, les préliminaires géométriques ont été complétés par la définition des paramètres d'Olinde Rodrigues et les équations du mouvement ont été données, d'abord sous la forme classique d'Euler, puis sous une forme tout à fait générale obtenue en employant un trièdre de référence mobile à la fois dans le corps et dans l'espace. Comme application de ces dernières équations, nous avons étudié en détail et présenté, sous une forme qui nous semble nouvelle, les propriétés paradoxales des solides de révolution suspendus par un point de leur axe et animés d'une rotation rapide.

» Nous avons ajouté aux exemples du mouvement d'un corps solide une étude détaillée du roulement d'un cerceau sur un plan horizontal fixe.

» L'équation générale de la Dynamique déduite du principe de d'Alembert combiné avec le théorème du travail virtuel, est appliquée successivement aux systèmes holonomes et aux systèmes non holonomes. L'étude des équations générales de la Dynamique se trouve ainsi divisée en deux Parties :

» La première Partie se rapporte aux systèmes *holonomes;* les équations du mouvement d'un de ces systèmes peuvent se mettre sous la forme donnée par Lagrange; le système est caractérisé par l'expression analytique de son énergie cinétique ou énergie de vitesses

$$T = \frac{1}{2}\sum m V^2.$$

» La deuxième Partie se rapporte aux systèmes *non holonomes;* les équations du mouvement d'un de ces systèmes ne peuvent pas être mises sous la forme indiquée par Lagrange; la question de savoir dans quel cas la forme d'équation de Lagrange peut être exceptionnellement appliquée à un paramètre déterminé est discutée en détail; un système non holonome est caractérisé par son énergie d'accélérations

$$S = \frac{1}{2}\sum m J^2$$

dépendant des dérivées secondes; la nécessité d'employer une fonction autre que T pour caractériser analytiquement le système résulte, comme nous l'avons montré dans un Article du Tome 122 du *Journal de Crelle*, de

ce que deux systèmes, ayant des mouvements analytiquement différents, peuvent avoir identiquement la même énergie cinétique et la même fonction de forces. L'emploi de l'énergie d'accélérations S permet d'écrire les équations générales du mouvement sous une forme simple, convenant à la fois aux systèmes holonomes et aux systèmes non holonomes : nous donnons diverses applications de cette forme d'équations, entre autres l'étude de quelques mouvements de roulement.

» Après avoir, comme dans la première édition, établi les principes d'Hamilton et de la moindre action, nous exposons le principe de la moindre contrainte de Gauss et, suivant une méthode dont l'idée première a déjà été donnée par Jacobi dans une Leçon encore inédite ([1]), nous indiquons un énoncé analytique du principe de Gauss qui ramène la recherche des équations du mouvement d'un système quelconque à la recherche du minimum d'une fonction du second degré. Si l'on adopte ce point de départ, on est conduit, par une deuxième voie, à la forme générale des équations de la Dynamique résultant de l'emploi de l'énergie d'accélérations S.

» Enfin, nous avons terminé l'Ouvrage par un paragraphe sur la similitude en Mécanique et la construction des modèles : on sait que cette théorie, dont les principes ont été posés par Newton, a été développée par Joseph Bertrand dans le XXXIIe Cahier du *Journal de l'École Polytechnique*. »

PHYSIQUE. — *Sur de nouvelles actions produites par les rayons n : généralisation des phénomènes précédemment observés*. Note de M. **R. Blondlot**.

« Lorsque l'on dirige un faisceau de rayons *n*, soit sur une petite étincelle électrique, soit sur une petite flamme, soit sur une substance phosphorescente préalablement insolée, ou encore sur une lame de platine portée au rouge sombre, on voit la lumière émise par ces différentes sources augmenter d'éclat. Dans ces expériences, on opère sur des sources émettant spontanément de la lumière; je me suis demandé si l'on ne pourrait pas les généraliser en employant un corps n'émettant pas de lumière par lui-même, mais renvoyant celle qui lui vient d'une source extérieure. J'ai en conséquence fait l'expérience suivante : une bande de

([1]) Nous devons ce renseignement à M. le professeur Mayer, de Leipzig.

papier blanc, longue de 15^{mm} et large de 2^{mm}, est fixée verticalement à un support en fil de fer; l'obscurité étant faite dans la salle, on éclaire faiblement la bande de papier en projetant sur elle latéralement un faisceau de lumière émis par une petite flamme renfermée dans une boîte percée d'une fente verticale.

» D'autre part, les rayons *n* sont produits à l'aide du dispositif suivant : un bec Auer muni d'une cheminée en tôle dans laquelle a été pratiquée une ouverture rectangulaire de 60^{mm} de hauteur et de 25^{mm} de largeur, est enfermé dans une lanterne en tôle percée d'une fenêtre faisant face à l'ouverture de la cheminée, et obturée par une feuille d'aluminium. Devant cette fenêtre on place la petite bande de papier, éclairée comme il a été dit. Si maintenant on intercepte les rayons en interposant une lame de plomb ou la main, on voit le petit rectangle de papier s'assombrir, et ses contours perdre leur netteté; l'éloignement de l'écran fait reparaître l'éclat et la netteté : la lumière diffusée par la bande de papier est donc accrue par l'action des rayons *n*.

» L'idée suivante se présenta alors : la diffusion de la lumière est un phénomène complexe dans lequel le fait élémentaire est la réflexion régulière, et, par conséquent, il y a lieu de rechercher si la réflexion de la lumière ne serait pas modifiée par l'action des rayons *n*. A cet effet, une aiguille à tricoter en acier poli fut assujettie verticalement en place de la bande de papier de l'expérience précédente; d'autre part, dans une boîte complètement close, à l'exception d'une fente verticale pratiquée à la hauteur du bec Auer, et obturée par un papier transparent, une flamme était disposée de manière à éclairer la fente. En plaçant convenablement l'œil et la fente, on voit l'image de celle-ci formée par la réflexion sur le cylindre d'acier; la surface réfléchissante reçoit en même temps les rayons *n*. Il fut alors facile de constater que l'action de ces rayons renforce l'image, car si l'on vient à les intercepter, cette image s'assombrit et devient rougeâtre. J'ai répété cette expérience avec le même succès en employant, au lieu de l'aiguille à tricoter, un miroir plan en bronze.

» On obtient encore le même résultat en faisant réfléchir la lumière sur une face polie taillée dans un bloc de quartz; toutefois, quand les rayons *n* tombent normalement sur la face réfringente, leur action sur la lumière réfléchie disparaît, quelle que soit l'incidence de celle-ci, soit que cette action devienne nulle, soit qu'elle devienne seulement inappréciable. Pour que la lumière réfléchie par le quartz soit renforcée par les rayons *n*, il n'est pas nécessaire que ceux-ci soient dirigés de l'extérieur vers l'inté-

rieur du quartz : cette action a encore lieu lorsque les rayons *n* traversent la surface réfléchissante de dedans en dehors.

» Toutes ces actions des rayons *n* sur la lumière exigent un temps appréciable pour se produire et pour disparaître.

» Je n'ai pu, en variant l'expérience d'un grand nombre de manières, constater aucune action des rayons *n* sur la lumière réfractée.

» Je ferai ici la remarque générale suivante concernant l'observation des rayons *n*. L'aptitude à saisir de faibles variations d'intensité lumineuse varie beaucoup d'une personne à une autre : certaines personnes voient du premier coup et sans aucune difficulté le renforcement que les rayons *n* produisent dans l'éclat d'une petite source lumineuse; pour d'autres, ces phénomènes sont presque à la limite de ce qu'elles peuvent distinguer, et ce n'est qu'après un certain temps d'exercice qu'elles parviennent à les saisir couramment et à les observer en toute sûreté. La petitesse de ces effets et la délicatesse de leur observation ne doivent pas nous arrêter dans une étude qui nous met en possession de radiations restées jusqu'ici inconnues. J'ai constaté récemment que le bec Auer peut être remplacé avantageusement par la lampe Nernst, sans verre, qui donne des rayons *n* plus intenses : avec une lampe de 200 watts, les phénomènes sont assez forts pour être, à ce que je crois, aisément visibles d'emblée par tous les yeux. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur le sucre* virtuel *du sang.* Note de MM. R. Lépine et Boulud.

« Dans notre dernière Note (*Comptes rendus,* 21 septembre) nous disions que, très souvent, il existe plus de matières sucrées et, notamment, plus de sucre dextrogyre dans le sang de la carotide que dans celui du ventricule droit, et que, dans ce cas, le sang de la carotide, reçu dans de l'eau à 58° (préalablement stérilisée) et maintenu au moins 20 minutes à cette température, produit moins de sucre que le sang du ventricule droit; d'où la conclusion que ce dernier sang renferme un hydrate de carbone (sucre virtuel) qui n'est ni à l'état de sucre libre, puisqu'il n'est pas réducteur, ni à l'état de glycogène libre, puisqu'il ne dévie pas à droite.

» Nous ajouterons aujourd'hui que, dans quelques cas au moins, on peut trouver plus de sucre dans le sang d'une veine (jugulaire, fémorale, etc.) que dans le sang artériel, et que dans ces cas, d'ailleurs exceptionnels, sans doute à cause de la glycolyse qui se fait dans les capillaires, on trouve

toujours moins de sucre virtuel dans le sang veineux que dans le sang artériel. En d'autres termes, on a, dans certains cas au moins, la preuve qu'il se produit du sucre dans les capillaires de la grande circulation, *aux dépens du sucre virtuel du sang*. Voici un de ces cas :

» Chien bien portant ayant subi une saignée la veille. On fait tomber *simultanément* le sang de l'artère fémorale et de la veine fémorale (du côté opposé) dans du nitrate acide de mercure :

» *Pouvoir réducteur* (*évalué en glucose*) *après chauffage de l'extrait de sang à* 120° *en présence d'acide tartrique* (pour déconjuguer l'acide glycuronique fortement conjugué) pour 1000 :

Dans l'artère.	Dans la veine.
0,80	0,86

» Immédiatement après les deux prises précédentes on fait tomber simultanément dans de l'eau à 58° les sangs artériel et veineux, et, une heure plus tard, on y dose les matières sucrées, comme précédemment. On trouve alors :

Dans l'artère.	Dans la veine.
0,90	0,86 [1].

» Ainsi, dans le sang artériel, il y avait du sucre virtuel, qui, pendant l'heure qui a suivi sa sortie du vaisseau, dans des conditions qui empêchaient toute glycolyse, a donné $0^{g},10$ de sucre réducteur. En même temps la déviation polarimétrique à droite a augmenté. Au contraire, il n'existait pas de sucre virtuel dans le sang veineux ; car, pendant l'heure qui a suivi sa sortie du vaisseau, ses pouvoirs réducteur et rotatoire n'ont pas varié.

» En résumé, le sucre virtuel est, le plus souvent, plus abondant dans le sang du ventricule droit que dans le sang artériel, et plus abondant dans celui-ci que dans le sang des veines. Il s'en faut d'ailleurs, et c'est ce qui

(1) Quelques observateurs avaient déjà noté que le sang veineux, exceptionnellement, possède un pouvoir réducteur supérieur à celui du sang artériel ; mais ils avaient cru à une erreur de dosage. M. Seegen seul avait attaché de l'importance à cet excès de sucre, qu'il avait observé dans le sang de la veine fémorale, après la faradisation des *nerfs* du membre inférieur (et pas des muscles). L'expérience que nous rapportons montre que cet excès du sucre dans la veine peut exister sans faradisation préalable. M. Seegen d'ailleurs n'a pas soupçonné la corrélation que nous signalons entre l'excès de sucre du sang veineux et la diminution (ou disparition) de son sucre virtuel.

fait l'intérêt du sucre virtuel, qu'on puisse le déceler dans tout sang artériel (1).

» L'élévation de la température à 58° n'est nullement nécessaire à sa transformation en sucre. Elle n'agit qu'en empêchant la glycolyse. Nous avons maintes fois constaté une augmentation très notable du sucre du sang artériel après un séjour prolongé à une température inférieure à + 8°. A cette température, en effet, la glycolyse est, sinon absolue, au moins *très* diminuée.

» Ainsi que l'un de nous l'avait autrefois constaté avec M. Barral, l'eau n'est pas non plus nécessaire; mais le temps est un facteur essentiel : il faut *au moins* quelques minutes pour que le sucre virtuel se transforme en sucre, après que le sang est sorti du vaisseau. Sa transformation est *en grande partie* achevée en un quart d'heure; mais plusieurs heures paraissent nécessaires pour qu'elle soit complète, au moins avec certains sangs.

» L'addition au sang au sortir du vaisseau d'un millième d'acide chlorhydrique non seulement empêche qu'à la température de 58° il se fasse du sucre, mais encore détruit une grande partie du sucre préexistant. L'acide oxalique n'a pas cette action. Voici une expérience type à cet égard :

» *Sang artériel d'un chien bien portant* :

Au sortir du vaisseau	0,48
Après chauffage de l'extrait à 120° en présence d'acide tartrique (pour déconjuguer l'acide glycuronique)	0,54
Après séjour d'un échantillon du même sang à 58°	0,78
Après chauffage de l'extrait à 120° en présence d'acide tartrique	0,60 (2)
Après séjour d'un échantillon du même sang à 58°, additionné d'un millième d'acide chlorhydrique	0,38
Après chauffage de l'extrait	0,38
Après séjour d'un échantillon du même sang à 58°, additionné de *près* d'un millième d'acide oxalique	0,78
Après chauffage de l'extrait	0,58 (3)

(1) Il arrive même assez souvent que, après le séjour à 58°, on trouve dans le sang *moins* de sucre qu'au sortir de l'artère. Nous reviendrons ultérieurement sur ce point.

(2) On remarquera dans ce cas que l'acide tartrique à 120° a détruit une notable quantité de sucre. Ce fait est la règle quand cet acide est en présence de sucre nouvellement formé, ce qui est le cas ici, puisqu'au sortir du vaisseau il n'y avait que 0,48 de sucre (0,54 avec l'acide glycuronique fortement conjugué). Or, après ce séjour à 58°, on en trouve 0,78.

(3) Même remarque.

» La production de sucre à 58° ou au-dessous de + 8° se fait aussi bien avec le sérum qu'avec le sang.

» Dans une prochaine Note, nous indiquerons d'autres conditions de production de sucre aux dépens du sucre virtuel du sang. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *De l'influence de l'alimentation minérale sur la production des sexes chez les plantes dioïques.* Note de M. **Émile Laurent.**

« La nature du sexe ne paraît pas toujours déterminée dans les graines de certaines plantes dioïques. C'est ce qui résulterait des recherches de divers observateurs et particulièrement de celles de M. Molliard.

» L'alimentation minérale peut-elle avoir une influence sur la production des sexes chez ces végétaux? Depuis sept ans, j'ai fait de nombreux semis d'Épinard, de Chanvre et de Mercuriale annuelle dans les planches de mon champ d'expériences. Chacune de celles-ci reçoit une fumure dans laquelle prédomine l'un des éléments suivants : azote, potasse, acide phosphorique, chaux ou chlorure de sodium.

» Chez le Chanvre et la Mercuriale annuelle, je n'ai constaté aucune influence bien nette de l'alimentation sur le nombre des pieds mâles et des pieds femelles. Il en est autrement des résultats relatifs à l'Épinard, surtout à la variété de Hollande, dont les semis m'ont toujours donné un certain nombre de plantes monoïques. Le plus souvent, ce sont des individus très vigoureux, dont l'axe principal porte des fleurs femelles, tandis que les fleurs mâles prédominent sur les ramifications latérales. Il existe aussi des pieds à fleurs femelles prépondérantes, où le sexe mâle est représenté par un petit nombre de fleurs. Les individus chez lesquels la distribution des deux sexes paraît égale sont très rares.

» Les chiffres suivants expriment les résultats donnés par un semis d'Épinard de Viroflay, qui n'a produit que des individus exclusivement mâles ou femelles. Le nombre de graines semées dans chaque planche n'avait pas été compté.

	Plantes.		
	mâles pour 100.	femelles pour 100.	observées.
Planche I (avec engrais azotés).........	55,9	44,1	236
Planche II (avec engrais potassiques)....	48,4	51,6	257
Planche III (avec phosphate)...........	45,1	54,9	264
Planche IV (avec chaux)...............	55,8	44,2	269
Terre normale........................	50,7	49,3	345

» Tous les autres résultats concernent l'Épinard de Hollande.

» Voici des chiffres obtenus dans un semis dont les graines étaient de grosseur moyenne; elles passaient au tamis de 3^{mm}, mais non à celui de 2^{mm}.

	Plantes			
	mâles pour 100.	monoïques pour 100.	femelles pour 100.	observées.
Planche I	39,6	8,6	51,8	394
Planche II	29,9	10,1	60,0	387
Planche III	30,1	9,7	60,2	382
Planche IV	39,1	7,5	53,4	449
Terre normale	36,0	5,1	58,9	439

» Des graines récoltées dans les planches I, II, III et IV furent semées comparativement en terre normale, c'est-à-dire dans un sol de bonne qualité, mais qui n'avait reçu aucun engrais en quantité excessive.

» Les résultats consignés dans les deux Tableaux suivants sont relatifs à un essai fait en juin 1899 avec des graines récoltées sur des plantes semées en avril 1898 dans les planches en question. Les semences avaient été séparées en deux catégories, les grosses et les petites, au moyen du tamis de 2^{mm}. De chaque lot, on a semé cent graines dans des terrines contenant la même terre et placées dans les mêmes conditions de culture.

Semis de grosses graines.

	Plantes			
Graines de	mâles pour 100.	monoïques pour 100.	femelles pour 100.	observées.
Planche I	37,3	12	50,7	75
Planche II	65,0	1,3	33,7	77
Planche III	64,6	3,8	31,6	79
Planche IV	58,0	3,4	38,6	88

Semis de petites graines.

	Plantes			
Graines de	mâles pour 100.	monoïques pour 100.	femelles pour 100.	observées.
Planche I	34,5	13,8	51,7	29
Planche II	66,7	0	33,3	21
Planche III	69,6	4,3	26,1	23
Planche IV	63,7	0	36,3	22

» Les petites graines donnent presque toujours plus de pieds mâles que les grosses.

» D'autres semis, faits en pleine terre de 1900 à 1902, ont donné des résultats analogues à celui de juin 1899.

» En 1903, j'ai partagé les individus monoïques en deux catégories d'après le sexe qui prédominait parmi les fleurs. Les graines avaient été récoltées en 1902 sur des plantes provenant d'un semis fait dans les planches au mois de mai de la même année. Il y en avait 150, de moyenne grosseur, provenant de chaque planche.

Graines de	Plantes mâles pour 100.	Plantes monoïques à fleurs mâles prédominantes pour 100.	Plantes monoïques à fleurs femelles prédominantes pour 100.	Plantes femelles pour 100.	Plantes observées.
Planche I...	26,1	11,7	13,5	48,7	111
Planche II..	38,0	18,0	11,0	33,0	100
Planche III..	38,9	20,8	15,3	25,0	122
Planche IV..	31,9	24,1	17,6	26,4	121

» Les résultats exposés dans les cinq Tableaux précédents permettent de distinguer deux effets différents dans l'action des matières minérales sur la détermination du sexe chez l'Épinard.

» En premier lieu, il y a la modification imprimée directement par l'alimentation au sexe des plantes observées ; puis, les éléments nutritifs réagissent sur le sexe des embryons produits par ces mêmes plantes.

» Pour ce qui est de l'action directe, un excès d'engrais azotés ou de chaux donne plus de pieds mâles; la potasse et l'acide phosphorique augmentent le nombre des pieds femelles.

» Quant aux graines produites par les plantes cultivées avec excès d'engrais azotés, elles ont produit moins de pieds mâles, plus de pieds femelles et, parmi les individus monoïques, un plus grand nombre de fleurs femelles. Au contraire, un excès de potasse, d'acide phosphorique ou de chaux prédispose les graines à donner plus de pieds mâles parmi les individus dioïques et plus de fleurs mâles chez les individus monoïques.

» La descendance des plantes monoïques de l'Épinard de Hollande a été observée en 1899 et en 1903. Chaque fois, on a récolté les graines à semer sur un pied dont la tige portait des fleurs femelles tandis que sur les branches il y avait des fleurs mâles plus nombreuses :

» En 1899, 100 grosses graines ont donné 72 plantes parmi lesquelles il y avait 46 pieds mâles, 13 monoïques et 13 femelles; 100 petites graines de même origine ont produit 21 plantes, dont 17 mâles, 2 monoïques et 2 femelles.

» En 1903, ces premières observations ont été complétées par la répartition des pieds monoïques d'après la proportion des fleurs mâles et femelles.

» 200 graines de grosseur moyenne ont donné 98 plantes mâles, 23 femelles et 29 monoïques ; parmi celles-ci, il n'y en avait qu'une seule à fleurs femelles prépondérantes.

» La plupart des pieds monoïques de l'Épinard de Hollande présentent plus de fleurs mâles que de fleurs femelles. On peut donc les considérer, et leur descendance confirme cette opinion, comme des plantes mâles chez lesquelles un certain nombre de fleurs deviennent femelles. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Traité de Radiologie médicale publié sous la direction de M. *Bouchard*. (Présenté par M. Bouchard.)

2° Sept fascicules du « Répertoire graphique des repères du réseau de second ordre du nivellement général de la France », adressés par M. *Ch. Lallemand*.

3° Deux Volumes intitulés : « Œuvres scientifiques de *Gustave Robin*, réunies et publiées sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique par M. *L. Raffy* ». (Présentés par M. Appell.)

M. **Ch. Lallemand** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place vacante dans la Section de Géographie et Navigation, par suite du décès de M. *de Bussy*.

(Renvoi à la Section de Géographie et Navigation.)

GÉOMÉTRIE. — *Sur les courbes gauches à torsion constante.* Note de M. **W. de Tannenberg.**

« Je me propose, dans cette Note, d'indiquer une forme particulière des équations des courbes gauches à torsion constante et d'en déduire une construction géométrique de ces courbes.

» 1. Considérons une courbe gauche définie par les équations

$$x = f(t), \qquad y = g(t), \qquad z = t,$$

et posons

$$x + iy = \theta.$$

» Si l'on désigne respectivement par F et φ le module et l'argument de la dérivée seconde de θ, de sorte que

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} = e^{i\varphi}\mathrm{F}, \tag{1}$$

et si, en outre, on pose

$$\frac{d\theta}{dt} = e^{i\varphi}(h + ki), \qquad \varphi' = \frac{d\varphi}{dt}, \tag{2}$$

on trouve que la torsion $\left(\frac{1}{\mathrm{T}}\right)$ de la courbe en un point quelconque est définie par la formule

$$\frac{1}{\mathrm{T}} = \frac{\varphi'}{k^2 + 1}.$$

» En particulier, soit

$$\mathrm{T} = 1,$$

on voit alors, à l'aide des équations évidentes

$$\frac{dk}{dt} + h\varphi' = 0, \qquad k^2 + 1 = \varphi',$$

que h et k sont déterminées en fonction de φ par les relations

$$k = \sqrt{\varphi' - 1} \qquad hk = -\frac{\varphi''}{2\varphi'}. \tag{3}$$

» La formule (2) fournit donc l'expression de $\left(\frac{d\theta}{dt}\right)$ à l'aide d'une fonction arbitraire et réelle $\varphi(t)$. On obtient θ par une quadrature.

» 2. Posons maintenant

$$\theta - \lambda e^{i\varphi} = \mathrm{X} + i\mathrm{Y} = \Theta, \qquad \frac{1}{\lambda} = k + \frac{1}{k}.$$

» L'enveloppe C de la ligne d'action du vecteur, qui représente *l'accélération* du point $m(x, y)$, est alors définie par

$$d\Theta = e^{i\varphi}ds, \qquad ds + d\lambda = h\,dt.$$

» La construction que j'ai en vue repose sur ce fait que l'arc s de la

courbe C s'exprime en fonction de λ sans quadrature. On trouve, en effet (en choisissant convenablement l'origine des arcs),

$$2\lambda + \sin(2\lambda + 2s) = 0.$$

» Ceci posé, soit C une courbe quelconque du plan des xy. Désignons par u la fonction de s, définie par l'équation

$$u + \sin u = 2s,$$

et soit φ l'angle de l'axe des x avec la direction de la tangente au point M(X, Y). Portons sur cette tangente un vecteur

$$Mm = \lambda = \frac{u}{2} - s,$$

et soit P le point de l'espace qui a pour projection m et pour cote

$$(4) \qquad z = t = \frac{1}{2}\int (1 + \cos u)\, d\varphi.$$

» Le lieu des points P est *la courbe à torsion constante la plus générale.*

» Remarquons que X, Y, x, y, z s'expriment en fonction de u à l'aide de la formule (4) et des suivantes :

$$d\Theta = \frac{1}{2} e^{i\varphi}(1 + \cos u)\, du, \qquad \theta = \Theta - \frac{1}{2} e^{i\varphi} \sin u.$$

» On en déduit une infinité de cas où l'on peut exprimer x, y, z sous forme *complètement explicite* à l'aide des fonctions élémentaires. Si, en effet,

$$\varphi = mu,$$

ou bien si

$$\operatorname{tang}\frac{\varphi}{2} = f(v), \qquad v = \operatorname{tang}\frac{u}{2},$$

$f(v)$ désignant une fonction rationnelle de v, toutes les intégrations peuvent être effectuées. Dans le premier cas, les projections des courbes sur le plan des xy sont des courbes *algébriques*, si m est un nombre rationnel différent de l'unité.

» Les formules (2) et (3) permettent aussi de déterminer les courbes algébriques et imaginaires à torsion constante, courbes qui jouent, comme on sait, un rôle important dans la théorie de la déformation du parabo-

loïde de révolution. Mais je ne développerai pas ici cette remarque, l'étude de ces courbes ayant déjà été faite ([1]). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la détermination des classes singulières de séries de Taylor.* Note de M. **Emile Borel**, présentée par M. Appell.

« 1. Nous dirons que deux séries entières en z *appartiennent à la même classe* lorsque les puissances de z dont les coefficients sont nuls sont les mêmes dans les deux séries. Cette définition est un cas particulier de la définition des classes de polynomes ([2]). Une classe de séries entières peut être définie par une suite illimitée d'entiers positifs croissants : n_1, $n_2 \ldots$, $n_i \ldots$, qui sont les exposants des puissances de z dont les coefficients ne sont pas nuls.

» Nous dirons qu'une classe de séries est *singulière* lorsque *toutes* les séries de cette classe *admettent leur cercle de convergence comme ligne singulière* (ou, plus brièvement, *sont singulières*). Le but de cette Note est d'indiquer un cas très étendu dans lequel on peut affirmer qu'une classe est singulière ([3]).

» 2. Nous donnerons le nom de *sous-classe* à l'ensemble des séries d'une classe telles que *les modules* de leurs coefficients vérifient certaines inégalités (les arguments restant arbitraires). La remarque suivante est fondamentale : *dans toute sous-classe, il y a une infinité de séries singulières*. Cette remarque se démontre comme la proposition connue : une série de Taylor admet, *en général*, son cercle de convergence comme coupure.

» Nous dirons qu'une sous-classe est *impropre* lorsque les inégalités qui la définissent ont la conséquence suivante : *toute* série de la sous-classe est la somme d'une série appartenant à une classe moins étendue (ayant plus de coefficients nuls) et d'une série ayant un rayon de convergence plus grand.

» 3. Théorème I. — *Pour qu'une classe soit singulière, il suffit que cette*

([1]) G. Darboux, *Théorie générale des surfaces* (Note IV).

([2]) Voir mon Mémoire : *Sur les séries de polynomes et de fractions rationnelles* (*Acta mathematica*, t. XXIV).

([3]) Le résultat le plus étendu obtenu jusqu'ici, à notre connaissance, est dû à M. Fabry : *une classe est singulière si la différence $n_{i+1} - n_i$ augmente indéfiniment avec i*. Voir, pour l'historique de la question, et pour tous les renseignements bibliographiques relatifs à notre Note, le remarquable livre de M. Hadamard : *La série de Taylor et son prolongement analytique*.

classe renferme une sous-classe propre S *ayant la propriété suivante : une série arbitraire de cette sous-classe* S *étant donnée, il est possible, sans changer son cercle de convergence, de la compléter de manière qu'elle n'admette plus sur ce cercle qu'un nombre limité de points singuliers.* Par définition, *compléter une série,* c'est la remplacer par une autre série dans laquelle les puissances de la variable figurant effectivement dans la série donnée ont les mêmes coefficients que dans cette série donnée, les autres coefficients étant quelconques.

» Soit $\varphi(z)$ une série de la classe considérée; désignons par $\psi(z)$ une série quelconque de la sous-classe S et posons :

$$\varphi(z) = \Sigma a_i z^{n_i},$$
$$\psi(z) = \Sigma_i b z^{n_i},$$
$$\theta(z) = \Sigma a_i b_i z^{n_i}.$$

» Si nous supposons que, les a_i étant fixes, les b_i soient assujettis aux inégalités qui définissent la sous-classe S, la fonction $\theta(z)$ appartient à une autre sous-classe S'; il est donc possible de choisir les b_i de manière que la série $\theta(z)$ soit singulière et que le rayon de convergence de $\theta(z)$ soit égal au produit (¹) des rayons de convergence de $\varphi(z)$ et de $\psi(z)$. Les b_i étant ainsi choisis, il est possible, par hypothèse, de *compléter* la série $\psi(z)$ de manière à obtenir une série $\Psi(z)$ ayant le même cercle de convergence que $\psi(z)$ et n'admettant sur ce cercle que des points singuliers isolés. Il est manifeste que chaque coefficient de $\theta(z)$ est égal au produit des deux coefficients correspondants de $\varphi(z)$ et de $\Psi(z)$; de plus, le rayon de convergence de $\theta(z)$ est égal au produit des rayons de convergence de ces deux séries; dans ces conditions, on conclut d'un théorème bien connu de M. Hadamard que, si $\varphi(z)$ n'était pas singulière, $\theta(z)$ ne le serait pas. Le théorème I est donc démontré.

» 4. Théorème II. — *Pour qu'une classe définie par les entiers* $n_1, n_2, \ldots, n_i, \ldots$ *soit singulière, il suffit qu'en posant*

$$\theta(z) = \Pi\left(1 - \frac{z^2}{n_i^2}\right),$$

la fonction entière (²) $\theta(z)$ *soit telle que le maximum* $M(r)$ *de son module*

(¹) C'est ici qu'intervient l'hypothèse que la sous-classe S est *propre;* la sous-classe S' peut être impropre.

(²) Au lieu de la fonction entière $\theta(z)$, on pourrait introduire beaucoup d'autres fonctions entières admettant les zéros $n_1, n_2, \ldots, n_i, \ldots$, mais il semble que celle que nous introduisons donne lieu à des applications plus simples.

pour $|z| = r$ *croisse moins vite à l'infini que* $e^{\varepsilon r}$, *quelque petit que soit le nombre positif* ε.

» Soit, en effet, $\psi(z)$ une fonction de la classe considérée, définie par la formule écrite plus haut; nous supposerons que $\psi(z)$ a pour rayon de convergence l'unité et appartient à la sous-classe définie par les inégalités

$$|b_i| < (\log n_i)^{-2}.$$

» Dès lors, si nous posons

$$\varpi(z) = \theta(z) \sum \frac{b_i}{(z - n_i)\theta'(n_i)},$$

nous pourrons affirmer que la série du second membre converge et que le maximum $M_1(r)$ du module de $\varpi(z)$ croît moins vite que $e^{\varepsilon r}$, quel que soit ε; donc la série

$$\Psi(z) = \Sigma \varpi(m) z^m$$

n'admet (¹) sur le cercle de convergence que le point singulier $+1$; cette série $\Psi(z)$ n'est autre que la série $\psi(z)$ complétée, avec conservation du rayon de convergence; la condition du théorème I est donc bien remplie.

» 5. On verrait aisément que le théorème II entraîne la conséquence suivante (²) : *pour qu'une classe soit singulière, il suffit que le rapport* $\frac{n_i}{i}$ *augmente indéfiniment avec* i. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques points de la théorie des ensembles.* Note de M. **Ernst Lindelöf**, présentée par M. Émile Picard.

« 1. On doit à M. Borel un théorème très général, relatif aux ensembles fermés, qui peut s'énoncer comme il suit (³) :

« Théorème I. — *Étant donné, dans un espace à* n *dimensions*, C_n,

(¹) Ce résultat est dû à M. Leau (*Journal de Mathématiques*, 1899, p. 393). Il a été retrouvé par M. Georg Faber : *Ueber Reihenentwickelungen analytischer Functionen* (*Inaugural Dissertation*, Munich, 20 avril 1902), travail qui renferme d'ailleurs d'autres résultats nouveaux et intéressants.

(²) Cet énoncé ne fait peut-être pas connaître le cas le plus étendu dans lequel une classe est singulière; il suffit peut-être que le rapport $\frac{n_i}{i}$ prenne des valeurs dépassant tout nombre donné d'avance, ce qui n'exige pas que ce rapport augmente indéfiniment; mais c'est là un cas très singulier, au point de vue des applications.

(³) *Cf.* É. Borel : *Leçons sur la Théorie des fonctions*, p. 42-43; une Note insérée

un ensemble borné et fermé de points, (P), *si de chacun de ses points comme centre on construit une sphère quelconque, on pourra choisir un nombre* limité *de ces sphères, de telle sorte que tout point* P *soit intérieur à, au moins, l'une d'elles*.

» Dans le cas d'un ensemble quelconque, fermé ou non, on peut établir cet autre théorème, qui constitue une généralisation directe du premier :

» Théorème II. — *Soit* (P) *un ensemble quelconque situé dans l'espace* C_n *et, de chaque point* P *comme centre, construisons une sphère* S_P *d'un rayon* ρ_P *qui pourra varier d'un point à l'autre; il est possible de choisir une infinité* dénombrable *de ces sphères, de telle sorte que tout point de l'ensemble donné soit intérieur à, au moins, l'une d'elles*.

» Nous nous contenterons d'indiquer en quelques mots la marche de la démonstration. En supposant d'abord l'ensemble (P) borné et les rayons ρ_P tous supérieurs à une longueur donnée ρ, on voit immédiatement qu'il existe un nombre *limité* des sphères S_P répondant aux conditions requises. Considérant ensuite le cas où, l'ensemble (P) étant toujours borné, les rayons ρ_P sont quelconques, on démontre le théorème en divisant (P) en ensembles partiels $(P)_1$, $(P)_2$, ..., $(P)_\nu$, ..., où $(P)_\nu$ renferme tous les points P tels que $\varepsilon_{\nu-1} \geqq \rho_P > \varepsilon_\nu$, les ε_1, ε_2, ..., ε_ν, ... désignant des longueurs qui décroissent vers zéro. Enfin, on remonte au théorème général en remarquant que tout ensemble, situé dans C_n, peut être divisé en une infinité dénombrable d'ensemble bornés.

» 2. Les théorèmes qui précèdent permettent d'établir très facilement certains résultats qui, jusqu'à présent, ont été démontrés à l'aide des nombres transfinis de M. Cantor. Ainsi, le théorème II fournit une démonstration directe et tout élémentaire de la proposition fondamentale suivante, due à MM. Cantor et Bendixson :

» *Tout ensemble fermé non dénombrable situé dans l'espace* C_n *se compose d'un ensemble parfait et d'un ensemble dénombrable*.

» Je ferai d'abord remarquer que le théorème II entraîne, comme conséquence immédiate, ce lemme :

» *Tout ensemble* (P) *qui est dénombrable au voisinage de chacun de ses points est un ensemble dénombrable*.

» Nous dirons que (P) *est dénombrable au voisinage d'un point donné*,

---

dans les *Comptes rendus* du 4 mai 1903 et un Mémoire qui vient de paraître dans le *Journal de Mathématiques* (*Contribution à l'analyse arithmétique du continu*).

si l'on peut entourer ce point d'une sphère qui ne renferme qu'un nombre dénombrable de points P.

» Cela posé, soit (P) un ensemble fermé et non dénombrable situé dans l'espace C_n; nous le partagerons en deux parties, $(P) = (R) + (C)$, où (R) comprend tous les points P au voisinage desquels l'ensemble (P) est dénombrable, et (C) tous les autres points (P), qu'on pourrait appeler *les points de condensation de l'ensemble donné*.

» Du lemme ci-dessus on conclut immédiatement que l'ensemble (R) est dénombrable. D'autre part, d'après la définition même de l'ensemble (C), toute sphère ayant pour centre un point C renfermera une infinité non dénombrable de points P et, par suite aussi, une infinité non dénombrable de points C, ce qui montre que l'ensemble (C) admet chacun de ses points comme point-limite. On voit d'ailleurs immédiatement que tout point-limite de (C) fait partie lui-même de cet ensemble. Donc (C) est bien un ensemble parfait, et notre démonstration se trouve ainsi achevée [1].

» 3. De même, le théorème I conduit très facilement aux résultats de M. Cantor relatifs à la mesure des ensembles [2].

» Soient (P) un ensemble borné et fermé situé dans l'espace C_n, S_P une sphère de rayon ρ_P ayant pour centre le point P, et $\Pi(\rho_P, P)$ la partie de C_n remplie par l'ensemble des sphères S_P. Je dis qu'on aura

$$(1) \qquad \lim_{\rho=0} \Pi(\rho_P, P) = \lim_{\rho=0} \Pi(\rho, P),$$

pourvu que les rayons ρ_P tendent vers zéro avec ρ, de telle sorte qu'on ait constamment $\rho_P < \rho$ pour tout point P. La valeur commune de ces deux limites est ce que M. Cantor appelle *la mesure de l'ensemble* (P).

» Pour démontrer l'égalité (1), imaginons d'abord qu'on réduise à leurs moitiés les rayons de toutes les sphères S_P. D'après le théorème I, on pourra choisir un nombre limité μ des sphères ainsi obtenues, de telle sorte que tout point P soit intérieur à, au moins, l'une d'elles. Soit ε le plus petit parmi les rayons de ces μ sphères et désignons, d'autre part, par Π_μ la partie de l'espace C_n remplie par les sphères primitives S_P correspondant à ces μ sphères. Tout point P sera intérieur au domaine Π_μ et aura une distance minimum supérieure à ε de sa frontière.

---

[1] Cette démonstration ainsi que celle du théorème II seront exposées en détail dans le Tome XXIX des *Acta mathematica*.

[2] Cf. p. 90-91 du travail de M. Schœnflies inséré dans *Jahresbericht der deutschen Mathematiker-Vereinigung*, t. VIII.

» Il s'ensuit tout d'abord que $\Pi(\rho_P, P)$ se compose d'un nombre limité de domaines séparés. Mais, d'autre part, on peut en déduire successivement les inégalités

$$\Pi(\rho, P) \geqq \Pi(\rho_P, P) \geqq \Pi_\mu \geqq \Pi(\varepsilon, P),$$

lesquelles entraînent bien comme conséquence l'égalité (1).

» De cette égalité (1) découlent immédiatement les résultats suivants :

» *La mesure de tout ensemble fermé et dénombrable est égale à zéro.*

» En effet, les rayons ρ_P formant un ensemble dénombrable, on pourra les choisir de telle sorte que la somme des volumes de toutes les sphères S_P et, par suite aussi, le volume $\Pi(\rho_P, P)$ soient inférieurs à toute quantité donnée. La même remarque conduit encore à cet autre résultat :

» *Soit* $(P) = (R) + (P)_1$, *où* (R) *désigne un ensemble dénombrable et* (P), $(P)_1$ *des ensembles fermés et bornés quelconques; la mesure de l'ensemble* (P) *est égale à celle de l'ensemble* $(P)_1$.

» En s'appuyant sur le théorème démontré au n° 2, on en conclut en particulier cette proposition fondamentale, établie par M. Cantor à l'aide des nombres transfinis :

» *La mesure d'un ensemble fermé est égale à celle de l'ensemble parfait qui en fait partie.* »

MÉCANIQUE. — *Sur la relation entre la pression et la marche des chronomètres.* Note de M. Paul Ditisheim, présentée par M. Lœwy.

« A l'occasion d'un essai de détermination, fait par le transport d'une série de chronomètres de bord, de la différence de longitude entre les observatoires de Paris et de Neuchâtel, situés respectivement aux altitudes de 67^m et de 489^m, j'ai constaté, en comparant les observations auxquelles M. Bigourdan, à Paris, et M. Arndt, à Neuchâtel, ont bien voulu coopérer, une différence systématique dans les marches diurnes, dont il m'a paru naturel de chercher la cause dans la différence de la pression atmosphérique moyenne en ces deux stations. Des observations faites sur les mêmes pièces à l'Ecole d'horlogerie de la Chaux-de-Fonds (1017^m) par M. P. Berner, et au sommet du Chasseral (1586^m) par moi-même, avec la coopération de M. Wehrli, observations rendues possibles grâce au signal d'heure que M. le Dr Arndt avait bien voulu m'envoyer quotidiennement de l'observatoire de Neuchâtel, ont permis de prolonger les courbes dont la direction avait été indiquée par les premières observations.

» Les limites étroites de pression entre lesquelles on avait opéré, et la variabilité des conditions atmosphériques, et notamment de l'humidité, ne permettaient cependant pas de déduire de ces observations des lois suffisamment nettes. C'est pourquoi je me suis décidé à reprendre, en les étendant, des observations ébauchées par Urbain Jurgensen, en 1826, et par M. Hilfiker, en 1888, et consistant à soumettre des chronomètres à des pressions réalisées artificiellement, en maintenant la température et l'humidité aussi constantes que possible.

» Sur le conseil de M. Ch.-Éd. Guillaume, dont le nouveau système de balancier, appliqué aux instruments transportés, avait permis d'obtenir des marches très serrées, je fis établir des récipients hermétiques, permettant d'exposer les chronomètres à une série de pressions bien connues, qui ont varié de 100^{mm} en 100^{mm}, entre -600^{mm} et $+200^{mm}$, par rapport à la pression moyenne de la Chaux-de-Fonds (675^{mm} environ). Un thermochronomètre totalisait les températures. Les comparaisons journalières ont été effectuées directement sur un signal d'heure envoyé de l'observatoire de Neuchâtel.

» Les mesures les plus étendues ont été faites sur des chronomètres de bord du même type (22 lignes), d'un diamètre de $49^{mm},6$. Les chronomètres restaient pendant 24 heures environ à une pression constante, sous laquelle ils étaient observés. Puis on les retirait de la cloche, on les remontait, et l'on établissait rapidement une nouvelle pression.

» Pour la recherche de la loi suivant laquelle varie la marche des chronomètres en fonction de la pression, on a appliqué la méthode des moindres carrés à l'établissement des coefficients d'une formule linéaire à laquelle les résultats directement obtenus ont été ensuite comparés (1). On a pu constater ainsi que, sur une moyenne de huit pièces, les erreurs résiduelles aux pressions basses, moyennes ou fortes, ne présentaient aucune différence systématique. Dans les limites entre lesquelles les observations ont été faites *les variations de la marche sont donc sensiblement proportionnelles à la pression.*

» Les nombres trouvés variaient d'une pièce à l'autre, et il était naturel de chercher si les différences constatées n'étaient pas en relation avec les changements d'amplitude des mouvements du balancier dus aux variations de la densité de l'air, et, par conséquent, avec le défaut d'isochronisme des chronomètres.

» Si l'on dresse le Tableau des résultats immédiats de l'observation aux pressions, en regard des écarts d'isochronisme, déduits des observations faites pendant les douze premières et les douze dernières heures de la marche quotidienne et rapportés à 24 heures, on constate, en effet, aux limites près des erreurs de marche des pièces, une évidente relation entre ces deux séries de chiffres. On peut alors se proposer de chercher une expression susceptible de représenter cette relation et la méthode des

(1) Les calculs ont été faits sous la direction de M. Guillaume par M. L. Maudet.

moindres carrés, appliquée à une fonction du premier degré, conduit à la formule suivante :

$$m_p + \frac{i}{750} = 0,0162,$$

m_p désignant la variation pour 1^{mm} de mercure, i le défaut d'isochronisme défini ci-dessus.

» Les valeurs de l'expression $m_p + \frac{i}{750}$ portées à la dernière colonne du Tableau suivant, montrent que les nombres ainsi calculés sont identiques aux erreurs près des observations et des marches des pièces.

Variation par 24 heures pour 1^{mm} de mercure. m_p.	Isochronisme (avance aux petits arcs), i.	$m_p + \frac{i}{750}$.
s	s	s
0,0158	0,4	0,0163
0,0138	1,2	0,0154
0,0141	1,2	0,0157
0,0145	1,6	0,0166
0,0117	3,0	0,0157
0,0126	3,2	0,0169
0,0120	3,4	0,0165

» La formule établie ci-dessus admet une interprétation immédiate; elle montre que, pour les pièces du calibre étudié, la variation de marche correspondant à une variation de pression de 1^{mm} de mercure serait de 0^s,0162 par 24 heures si l'isochronisme était parfait, et que, de plus, la variation d'amplitude constatée entre la moyenne des deux périodes consécutives de 12 heures est la même que celle qui se produit lorsque la pression est remontée de 750^{mm} de mercure.

» On a appliqué (sans preuve suffisante, il est vrai) la même relation à la réduction à un isochronisme parfait, des observations faites sur un certain nombre de pièces de divers calibres, et l'on a pu établir le Tableau suivant des variations aux pressions, depuis le calibre du chronomètre de marine, jusqu'au plus petit calibre des montres de poche sur lequel il soit possible de faire des observations quelque peu précises :

Type de mouvement.	Diamètre du mouvement.	Diamètre du balancier.	Variation en 24 heures pour 1^{mm} de mercure : $m_p + \frac{i}{750}$.
	mm	mm	s
Marine	86,1	37,2	0,0102
22 lignes	49,6	20,7	0,0162
19 lignes	42,9	17,4	0,0200
17 lignes	38,3	15,5	0,0217
14 lignes	31,6	13,2	0,0223
10 lignes	22,6	9,4	0,0225

» L'action de la pression atmosphérique augmente donc lorsque diminue le diamètre du balancier, et tend vers une limite pour un balancier très petit.

» La relation entre la variation aux pressions et l'isochronisme permettrait, ainsi qu'on l'a déjà fait observer, de compenser entièrement l'action de la pression en créant un suffisant défaut d'isochronisme. Il est à remarquer, toutefois, que, pour obtenir la compensation complète, il serait nécessaire d'admettre un défaut d'isochronisme qui, pour un chronomètre de bord, par exemple, serait de 12 secondes environ par 24 heures pour les arcs des 12 premières heures de remontage et des 12 heures suivantes.

» On voit aisément que le remède serait pire que le mal, et que, si l'on ne parvient pas à réduire l'action de l'air sur le balancier par d'autres procédés, il vaudra mieux en tenir compte, en appliquant aux chronomètres des corrections déduites de l'observation du baromètre. »

MÉCANIQUE. — *Remarques sur la Note de* M. P. Ditisheim, *relative à l'action de la pression atmosphérique sur la marche des chronomètres.* Note de M. **Ch.-Éd. Guillaume**, présentée par M. Lœwy.

« Les expériences de M. Ditisheim me semblent établir pour la première fois d'une façon nette le double effet dû au milieu dans lequel se meut l'organe oscillant du chronomètre. Le phénomène principal est un retard qui s'accentue à mesure que la densité du milieu augmente; sur ce phénomène s'en greffe un autre, de sens contraire au premier, dans les pièces réglées avec une avance aux petits arcs, mais qui, dans les conditions ordinaires du réglage, lui reste nettement inférieur.

» Cette deuxième action est due, sans aucun doute, à la résistance proprement dite de l'air, c'est-à-dire au moment antagoniste développé, sur le parcours effectué par le balancier, par les particules d'air rencontrées par les saillies qu'il présente. Elle a été seule prise en considération par la plupart des savants qui se sont occupés du réglage des chronomètres, et l'analyse mathématique du problème a montré que, pour un système oscillant isochrone, cet effet devait être du deuxième ordre de petitesse [1]. Comme il produit une diminution dans l'amplitude des oscillations, il doit nécessairement se manifester par une avance dans les pièces réglées, comme on le fait ordinairement, avec un faible retard aux grands arcs.

---

[1] Voir notamment : Yvon Villarceau, *Recherches sur le mouvement et la compensation des chronomètres* (*Annales de l'Observatoire de Paris : Mémoires*, t. VII).

» L'autre effet, qui constitue la majeure partie du phénomène observé, ne semble pas avoir été signalé jusqu'ici. On en trouve la cause toute naturelle dans l'entraînement de l'air par le balancier, dont la masse est ainsi virtuellement augmentée au moment de l'oscillation. Il est facile de voir que le volume d'air qu'il est nécessaire de supposer adhérent au balancier pour produire les effets observés n'a rien d'exagéré.

» On a vu, par exemple, que dans un chronomètre de bord, réglé avec un isochronisme parfait, le retard est de $0,0162 \times 760 = 12,3$ secondes par 24 heures. Or, la masse du balancier étant alors d'environ $1^{g},0$, la masse supplémentaire entraînant le retard observé est de $2 \frac{12,3}{86400} 1,0 = 0^{mg},28$, correspondant à un volume de 215^{mm^3} environ. Or il convient de remarquer que l'air accompagnant le balancier dans son mouvement ne lui est pas relié d'une façon rigide. Il n'effectue pas le mouvement circulaire complet avec les pièces métalliques, mais est rejeté au dehors par l'effet de la force centrifuge, et se trouve remplacé par d'autres masses d'air appelées du centre, et auxquelles le balancier communique sa vitesse instantanée au moment où elles atteignent la périphérie. Il n'est donc pas nécessaire, à beaucoup près, de supposer que le balancier considéré, et dont le développement périphérique atteint 65^{mm} environ, entraîne un tore dont la section soit voisine de 3^{mm^2}, et qu'il faudrait admettre si l'air n'était pas susceptible de se renouveler pendant l'oscillation.

» Une expérience faite à ma demande par M. Ditisheim confirme cette manière de voir. Plusieurs pièces observées dans l'air, le mécanisme étant retiré de son enveloppe, ont montré une légère augmentation du retard, due sans aucun doute au fait que l'air se renouvelait plus aisément autour du balancier. Les mêmes pièces observées dans le vide, libres ou enfermées, n'ont pas montré de différences appréciables dans leurs marches.

» Le volume de l'air entraîné dépend, dans une large mesure, de sa viscosité; il doit donc diminuer en même temps que la température s'élève; et, comme sa densité varie dans le même sens, on devra s'attendre à trouver un effet de la pression de moins en moins prononcé à mesure de l'élévation de la température, comme aussi on devra constater un changement dans la compensation suivant la pression à laquelle elle aura été observée; mais ce sont là de petites quantités, difficiles à déceler même avec les meilleurs chronomètres.

» On peut chercher à établir, d'après les observations de M. Ditisheim, comment varie l'épaisseur de la couche d'air entraînée dans le mouvement du balancier suivant ses dimensions. On voit aisément alors que, si l'on admet une couche d'épaisseur constante, ou une couche d'épaisseur proportionnelle aux dimensions du balancier, on obtient, en fonction des diamètres, deux progressions qui comprennent entre elles celle qui résulte

de l'observation. L'hypothèse que vérifierait l'expérience est donc comprise entre ces deux limites. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la perturbation magnétique du* 31 *octobre* 1903. Note de M. **Th. Moureaux**, présentée par M. Mascart.

« Une perturbation magnétique d'une intensité exceptionnelle, rappelant celle du 17 novembre 1882, s'est produite le 31 octobre dernier. D'après les courbes de variations relevées à l'observatoire magnétique du Val-Joyeux, elle débute brusquement à $6^h 12^m$ m. par une hausse simultanée de la déclinaison D et de la composante horizontale H, et par une baisse de la composante verticale Z. Les grandes oscillations des aimants de D et de H commencent à se manifester vers 7^h m., et se succèdent sans interruption jusqu'à 10^h s. Déjà, entre 10^h et 11^h m., H subit une très forte diminution, mais la phase d'intensité maximum ne se déclare que vers midi; à ce moment, Z, peu agitée jusque-là, augmente rapidement, et les deux autres éléments ont des variations brusques et de très grande amplitude.

» Notre collaborateur, M. Itié, prévenu par le développement du magnétogramme du matin, est resté en permanence aux appareils à lecture directe pendant tout l'après-midi, en notant, au moins pour la déclinaison, les points extrêmes de chaque oscillation; sur le tableau des variations du déclinomètre, on voit que D a diminué de $1^\circ 39'$ dans l'espace de 3 minutes, de $1^h 52^m$ à $1^h 55^m$ s., pour se relever ensuite de $1^\circ 18'$ entre $2^h 0^m$ et $2^h 5^m$: de semblables variations sont absolument rares. Pendant le mouvement rapide de l'aimant de la déclinaison vers l'est, les deux composantes H et Z croissaient simultanément, en sorte que la force magnétique totale a éprouvé, à ce moment, une augmentation considérable. Des oscillations de très grande amplitude se remarquent encore à 4^h et de $5^h 30^m$ à 7^h s. Les aimants sont d'ailleurs restés troublés toute la nuit; c'est même à 2^h m. seulement, le 1er novembre, que Z est passée par sa moindre valeur.

» D'une manière générale, pendant la perturbation, les valeurs moyennes de D et de H sont au-dessous et celle de Z au-dessus de la normale. L'amplitude extrême des variations est de 0,00680 (C.G.S.) pour H et de plus de 0,00520 pour Z, nombres qui correspondent respectivement à $\frac{1}{29}$ et $\frac{1}{84}$ de la valeur absolue des deux composantes; la déclinaison a varié de $2^\circ 4'$, le maximum ayant eu lieu à $2^h 31^m$ et le minimum à $7^h 15^m$ s.

» Un groupe important de *taches solaires*, suivi depuis le 26 octobre à l'Observatoire du Parc Saint-Maur, est passé au méridien central précisément dans la journée du 31; sans couvrir une aussi grande étendue que le

précédent, observé du 5 au 17 et qu'on a pu voir à l'œil nu, il mesurait, dans le sens de sa plus grande longueur, environ le $\frac{1}{11}$ du diamètre du Soleil. Aucune trace d'aurore boréale n'a été visible à cette station dans la soirée du 31; le ciel s'est d'ailleurs couvert après 7^h.

» Des phénomènes de même ordre ont été constatés dans les Observatoires de Lyon, Nice, Perpignan et du Pic-du-Midi. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur une variété de carbone filamenteux*. Note de MM. **Constant** et **Henri Pélabon**, présentée par M. Moissan.

« La carbonisation des houilles grasses en vue de la fabrication du coke métallurgique donne lieu, au sein même de la masse du coke, à la formation de certains dépôts ayant une apparence filiforme et constituant, par l'enchevêtrement des fils, une véritable laine de carbone.

» Ces dépôts, que l'on ne rencontre presque jamais dans les fours dits *à récupération* dans lesquels la distillation de la houille s'opère en vase clos, se trouvent surtout dans le coke provenant des fours ouverts et surtout dans les très anciens systèmes de fours. Dans ceux-ci l'admission d'air, nécessaire à la combustion des gaz, se fait dans la chambre même, par des ouvertures ménagées dans les portes. Les gaz s'enflamment donc dans l'appareil et toutes les flammes viennent se réunir et se concentrer vers une ouverture percée dans la paroi supérieure. Il existe dans la région voisine de cette ouverture une zone où la température est beaucoup plus élevée que dans les autres parties du four; c'est vers cette zone que se trouvent généralement les dépôts de carbone filiformes. La laine de carbone se trouve au voisinage de la prise de flammes dans des fentes de retrait du coke, chaque fil est relié par l'une de ses extrémités à un fragment de coke et la direction générale de tous ces fils est celle du courant gazeux lui-même.

» En résumé ces dépôts se forment dans la partie du four exposée à une très haute température et à la partie supérieure du gâteau de coke, c'est-à-dire là où l'action du rayonnement de la voûte est le plus directe. On sait d'ailleurs dans la pratique que lorsque cette formation se produit c'est que l'allure du four est trop poussée. Il faut encore remarquer que la surface des géodes où se trouvent ces dépôts filiformes est comme imprégnée de substances goudronneuses dont la distillation serait imparfaitement achevée.

» Dans les dépôts de carbone filiforme on trouve, en même temps que des parties grises, des portions parfaitement noires. Examinés au microscope, les fils qui constituent la laine grise sont en général cylindriques, leur surface semble recouverte d'un vernis analogue à celui qui recouvre les morceaux de coke voisins. On en rencontre quelquefois qui sont constitués par une série de renflements réguliers, les fils paraissent alors formés d'un grand nombre de cônes empilés les uns dans les autres; il n'y a cependant dans ce cas aucun indice de cristallisation. D'autres encore très contournés sur eux-mêmes semblent avoir pris naissance par bourgeonnement comme les excroissances qui se forment à la surface du charbon gras pendant la combustion. Quelquefois dans la laine de carbone on aperçoit des parties noires grosses comme une tête d'épingle, ce sont des paquets de fils très fins et très serrés qui ont pris naissance en certains points d'autres fils de diamètre plus grand.

» Les filaments qui constituent la laine noire sont ternes, leur surface est recouverte d'aspérités quelquefois disposées très régulièrement; les fils semblent alors formés d'une succession d'anneaux. Dans l'un de ces fils nous avons compté jusqu'à six anneaux par dixième de millimètre.

» L'épaisseur des fils est en général comprise entre 3 et 15 centièmes de millimètre; les filaments très fins qui constituent les petites parties noires dont nous avons parlé plus haut et qui semblent avoir pris naissance sur les fils précédents ont une épaisseur beaucoup moindre et qui peut atteindre 1 cinq-centième de millimètre.

» Enfin la longueur moyenne des fils de carbone est de $0^{m},05$; on en trouve qui ont jusqu'à $0^{m},08$ de longueur.

» Chauffée dans un courant de gaz oxygène pur et sec la laine de carbone ne commence à donner de l'anhydride carbonique que vers 585°. Si l'on maintient cette température constante pendant un temps suffisamment long, le corps disparaît complètement. En effectuant la combustion de $0^{gr},115$ de matière on a pu constater qu'elle est formée de carbone pur; le résidu ne pesait que $0^{gr},0005$. On n'a pas pu doser l'hydrogène que le corps renferme très probablement mais en proportion très faible.

» Après avoir lavé plusieurs fois la laine de carbone successivement à la benzine, l'alcool et l'éther, nous l'avons parfaitement séchée, puis nous l'avons introduite dans le mélange oxydant préparé comme l'a indiqué M. Moissan (1) en ajoutant du chlorate de potassium bien sec et finement pulvérisé à de l'acide azotique préparé par l'action d'un excès d'acide sulfurique préalablement bouilli sur l'azotate de potassium récemment fondu. Après 12 heures de contact avec ce mélange, les fibres dont la forme n'a pas été modifiée ont été transformées en une substance de teinte jaunâtre. Cette substance, qui se pulvérise facilement, est insoluble dans l'eau; séchée, elle déflagre en produisant quantité de petites étincelles,

(1) H. Moissan, *Recherches sur les différentes variétés de carbone* (*Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. VIII, p. 307).

quand on la chauffe vers 300°. Il y aurait donc, dans cette action du mélange oxydant, production d'oxyde graphitique.

» La laine de carbone qui prend ainsi naissance dans la fabrication du coke posséderait, d'après cela, à peu près les mêmes propriétés que celle que Schutzenberger (1) a préparée en faisant passer sur une longue colonne d'un mélange de charbon de cornue et cryolithe, disposée dans un tube de porcelaine porté au rouge, un courant de cyanogène.

» *Remarque.* — Le fait que la surface des géodes où se produisent les filaments de carbone paraît imprégnée de substances goudronneuses, permet de supposer que les filaments en question proviennent de la décomposition pyrogénée des carbures riches en carbone, ayant une vapeur très dense, et qui se forment à la fin de la distillation de la houille. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la séparation et le dosage du fer et de l'acide phosphorique dans les eaux.* Note de M. H. **Causse**, présentée par M. Armand Gautier.

« Ce qui caractérise le fer et l'acide phosphorique contenus dans les eaux potables, c'est qu'ils y sont occlus, c'est-à-dire unis à la matière organique, constituant des ions complexes. Ces combinaisons expliquent la présence de l'oxyde de fer et de l'acide phosphorique, dans un milieu comme l'eau potable qui contient du carbonate de chaux.

» Pour précipiter le fer et l'acide phosphorique, j'ai recours au *chloromercurate de p.-amidobenzène-sulfonate de sodium*, dont j'ai donné la préparation (2). Le bichlorure de mercure qu'il contient est ici l'agent actif; il agit comme oxydant sur les combinaisons ferreuses et phosphoriques; il précipite le fer à l'état de sesquioxyde, l'acide phosphorique sous forme de phosphate de mercure insoluble si l'eau est impure; comme, dans ces conditions le fer est au minimum, on obtient aussi du protochlorure de mercure.

» *Séparation du fer et de l'acide phosphorique.* — Un volume d'eau filtrée, variable de 2 à 3 litres, est additionné de 0g,60 à 0g,80 par litre de chloromercurate; on agite vivement, le sel se dissout en partie; mais bientôt la portion dissoute commence à se séparer et à troubler l'eau, qui ne redevient claire qu'après la précipitation complète du fer et de l'acide phosphorique. Cette séparation demande un repos de 24 à 36 heures, parfois davantage, suivant la qualité des eaux.

(1) Schutzenberger, *Comptes rendus*, t. CXI, p. 774.

(2) *Comptes rendus*, 1900.

» L'aspect du précipité est significatif : si l'eau est pure et contient peu ou point de combinaisons ferreuses, il est blanc, cristallin, ressemblant au sel primitif; dans le cas contraire, il est caséeux et grisâtre, parfois ocreux.

» Lorsque l'eau s'est éclaircie, on la décante; le précipité est reçu sur un filtre, lavé, puis entraîné dans un tube; l'eau qui le baigne est séparée et remplacée par de l'acide chlorhydrique.

» Si l'eau est pure, la dissolution est complète; si elle est impure, il reste un précipité blanc floconneux de protochlorure de mercure; c'est l'indice d'une eau de qualité médiocre et suspecte.

» La solution chlorhydrique contient le fer et l'acide phosphorique, on l'évapore; on dessèche le résidu que l'on mélange avec 1g de CO^3Na^2 sec et pur, on calcine; la masse saline est arrosée d'acide nitrique, desséchée, puis calcinée, pour peroxyder le fer; après refroidissement, on reprend par l'eau. Ce traitement donne une solution qui contient l'acide phosphorique et un résidu d'oxyde de fer que l'on sépare par le filtre; l'un et l'autre sont ensuite dosés par les procédés habituels.

» Le Tableau suivant indique les proportions relatives de fer, d'acide phosphorique et d'azote organique ([1]) données par diverses eaux et rapportées au litre :

	Fer.	Acide phosphorique.	Azote organique.
Eau du Rhône (mai-juin 1903)	traces	traces	mg 0,40
Eau de Saône (mai-juin 1903)	mg 0,1	mg 0,1	1,28
Eau de source (terrain calcaire, septembre 1902)	0,3	0,1	0,0
Eau d'égout (février-mars 1903)	1,20	1,0	2,91

» De la comparaison des nombres inscrits dans ces colonnes il ressort que, dans l'eau de Saône, la contamination est présente, c'est-à-dire qu'il existe une certaine quantité de matière organique azotée, phosphorée et ferrugineuse, non transformée, probablement de l'ordre des nucléines; sous ce rapport l'eau de Saône ressemble à l'eau d'égout fortement diluée.

» Pour l'eau du Rhône et l'eau de source examinée, eaux où la contamination est passée, au premier abord les résultats paraissent contradictoires : dans un cas la proportion d'azote organique est nulle, à côté d'une quantité appréciable de fer et d'acide phosphorique; dans l'autre c'est l'inverse qui a lieu.

([1]) *Comptes rendus*, 1902.

» Ces faits sont la conséquence des origines différentes de la matière organique.

» Dans un sol calcaire et poreux la nitrification, très active, détache l'azote du protéide primitif et le convertit en acide azotique, le composé ternaire qui en résulte reste uni au fer et à l'acide phosphorique. L'eau météorique qui lessivera cette terre en dissoudra une partie qui passera dans la nappe puis dans la source.

» Dans un cours d'eau, où la matière organique est en solution, l'oxydation porte sur toutes les parties, le fer et l'acide phosphorique sont à peu près libérés et précipités par le carbonate calcique.

» Ainsi s'expliquent ces divergences apparentes qui, d'ailleurs, comportent une même signification. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une méthode de synthèse des dérivés dihalogénés symétriques de la benzophénone.* Note de **F. Bodroux**, présentée par M. Troost.

« Dans une Communication précédente, j'ai montré que le paradibromobenzène et le parachlorobromobenzène réagissent avec facilité sur le magnésium en présence d'éther anhydre pour donner le bromure de parabromophénylmagnésium et le bromure de parachlorophénylmagnésium. Sur les composés ainsi formés, j'ai constaté que l'anhydride carbonique sec réagit en donnant à la fois un acide benzoïque monohalogéné et un dérivé dissubstitué de la benzophénone, les proportions relatives de ces deux corps variant avec les conditions de l'expérience.

» I. Dans une solution de bromure de parabromophénylmagnésium, à la température du laboratoire, j'ai fait passer pendant deux heures un courant de gaz carbonique sec. Du produit de l'opération, après décomposition par l'acide chlorhydrique étendu, j'ai enlevé l'acide parabromobenzoïque formé au moyen d'une solution de potasse. Le résidu ayant été épuisé par l'alcool bouillant, en présence de noir animal, j'ai obtenu, après refroidissement, des lamelles blanches fusibles à 171°-172°.

» L'analyse de ce corps et la détermination de son poids moléculaire lui assignent la formule $C^{13}H^{8}Br^{2}O$. Il possède une fonction cétonique, car il donne facilement naissance à une oxime, cristallisée en aiguilles blanches fusibles à 150°. Cette propriété permet d'identifier le composé obtenu avec la diparabromophénylcétone :

```
      CH   CH              CH   CH
CBr<          >C — CO — C<          >CBr
      CH   CH              CH   CH
```

» La formation de cette acétone s'explique facilement si l'on admet que sur chaque atome d'oxygène de l'anhydride carbonique réagit une molécule de composé organo-magnésien.

$$C\begin{matrix}\diagup O\\ \diagdown O\end{matrix} + \begin{matrix}C^6H^4Br\\ |\\ Mg - Br\\ \\ Mg - Br\\ |\\ C^6H^4Br\end{matrix} = \begin{matrix}C^6H^4Br\\ |\\ C\begin{matrix}\diagup O - Mg - Br\\ \diagdown O - Mg - Br\end{matrix}\\ |\\ C^6H^4Br\end{matrix},$$

$$\begin{matrix}C^6H^4Br\\ |\\ C\begin{matrix}\diagup O - Mg - Br\\ \diagdown O - Mg - Br\end{matrix}\\ |\\ C^6H^4Br\end{matrix} + \begin{matrix}HCl\\ HCl\end{matrix} = H^2O + 2Mg\begin{matrix}\diagup Br\\ \diagdown Cl\end{matrix} + \begin{matrix}C^6H^4Br\\ |\\ CO\\ |\\ C^6H^4Br\end{matrix}.$$

» Dans le but de rechercher les meilleures conditions de formation de cette acétone halogénée, j'ai fait les expériences suivantes :

» 1° La solution organo-magnésienne a été chauffée pendant le passage de CO^2 (2 heures) à 36°, point d'ébullition de l'éther;

» 2° La solution refroidie à 0°, au moyen de glace, a été traitée pendant 4 heures par un courant de gaz sec;

» 3° La solution refroidie à 0° a été additionnée, par petites portions, d'un grand excès de CO^2 solide. La température est rapidement descendue à — 40° et l'opération a duré un quart d'heure.

» Dans le Tableau ci-dessous, j'indique, en poids de dibromobenzène transformé, les résultats de ces trois opérations :

$C^6H^4Br^2$ transformé	Action de CO^2 gazeux à 36°.	Action de CO^2 gazeux à 0°.	Action de CO^2 solide à —40°.
En $C^6H^4\begin{matrix}\diagup CO\,OH\\ \diagdown Br\end{matrix}$	10 pour 100	61 pour 100	76 pour 100
En $\begin{matrix}C^6H^4Br\diagdown\\ C^6H^4Br\diagup\end{matrix}CO$	55 pour 100	26 pour 100	6 pour 100

» II. Le bromure de parachlorophénylmagnésium, traité par l'anhydride carbonique gazeux et sec, fournit de l'acide parachlorobenzoïque et un corps neutre de formule $C^{13}H^8Cl^2O$, cristallisant dans l'alcool en lamelles blanches fusibles à 145°, et donnant facilement naissance à un oxime qui fond à 135°.

» Ce corps est donc la diparachlorophénylcétone

$$C\,Cl\begin{matrix}CH - CH\\ \\ CH - CH\end{matrix}C - CO - C\begin{matrix}CH - CH\\ \\ CH - CH\end{matrix}C\,Cl.$$

» J'ai fait comme précédemment trois expériences comparatives dont voici les résultats :

Quantité de C^6H^4BrCl transformée	Action de CO^2 gazeux à 36°.	Action de CO^2 gazeux à 0°.	Action de CO^2 solide à — 40°.
En $C^6H^4\langle^{CO\,OH}_{Cl}$	24 pour 100	64 pour 100	80 pour 100
En $\genfrac{}{}{0pt}{}{C^6H^4Cl}{C^6H^4Cl}\rangle CO$	50 pour 100	18 pour 100	4 pour 100

» L'anhydride carbonique réagit donc sur les bromures de parachlorophénylmagnésium et de parabromophénylmagnésium en donnant à la fois un acide benzoïque monosubstitué et un dérivé dihalogéné symétrique de la benzophénone. Lorsqu'on opère à la température d'ébullition de l'éther c'est ce dernier composé qui domine : si l'on agit, au contraire, à basse température, c'est l'acide benzoïque substitué qui se forme en plus grande proportion. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Application de la pyridine à la préparation de quelques dérivés amidés.* Note de M. **P. Freundler**, présentée par M. H. Moissan.

« J'ai montré précédemment [1] qu'on pouvait obtenir le dérivé dibenzoylé de l'hydrazobenzène en effectuant la benzoylation à chaud, en présence de pyridine.

» Le même procédé m'a permis de préparer le composé dissymétrique $C^7H^7.Az(CO.C^6H^5).Az(CO.C^7H^7).C^7H^7$; celui-ci s'obtient aussi bien en traitant le monobenzoyl-*o*-hydrazotoluène par le chlorure de *p*-toluyle qu'en faisant agir le chlorure de benzoyle sur le *p*-toluyl-*o*-hydrazotoluène ; les deux réactions fournissent le même produit.

» J'ai employé également la pyridine pour la préparation de diverses *amides aromatiques* secondaires ou tertiaires, symétriques ou dissymétriques, telles que la benzènesulfanilide, la dibenzènesulfanilide, la *p*-toluylbenzanilide, la benzoylbenzènesulfanilide, etc. Cette dernière n'avait pu être obtenue en chauffant le chlorure de benzoyle avec la benzène sulfanilide ou en effectuant l'opération inverse [2].

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 1553.

[2] Knight, *Am. chem. Journ.*, t. XIX, p. 153.

» J'ai utilisé aussi ces propriétés de la pyridine pour résoudre d'une façon définitive la question de l'isomérie de la dibenzanilide.

» D'après différents auteurs (¹), l'action du chlorure de benzoyle sur la benzanilide, à 180°, donnerait naissance à une dibenzanilide cristallisée en aiguilles fusibles vers 136°. En chauffant d'autre part à 220° un mélange d'isosulfocyanate de phényle (2^{mol}) et d'acide benzoïque (1^{mol}) on obtiendrait un isomère cristallisé en lamelles fusibles à 161° (²). Or, j'ai pu établir que cette dernière substance est simplement de la benzanilide, tandis que le premier procédé fournit un produit non homogène, fusible vers 155°-160° et constitué par un mélange des deux dérivés benzoylés. La dibenzanilide pure fond à 164°, température un peu plus élevée que celle qui a été donnée par M. Steiner (³) et par M. Kay (⁴) (161°).

» La préparation des *amides mixtes* à radicaux gras et aromatiques, au moyen de la pyridine, s'effectue d'une façon beaucoup moins régulière. J'ai constaté, en effet, que les chlorures d'acides aromatiques déplacent très facilement les radicaux gras, même lorsqu'on ne les emploie pas en excès.

» C'est ainsi qu'en chauffant l'acétanilide avec du chlorure de benzoyle et de la pyridine, on obtient de la dibenzanilide. Bien plus, l'action du même chlorure sur l'acétamide fournit, déjà à la température ordinaire, de la dibenzamide.

» D'autre part, l'application de la réaction inverse (chlorure d'acide gras et amide aromatique) est limitée par le fait que les chlorures d'acides gras réagissent sur la pyridine en se transformant en dérivés de l'acide déhydracétique (Wedekind). Néanmoins, la benzamide a pu être acétylée partiellement à froid.

» Quant à la préparation des amides secondaires et tertiaires à radicaux gras, elle est encore plus délicate pour la raison qui vient d'être dite. D'ailleurs, M. Tarbouriech (⁵) ayant entrepris l'étude de ces composés, je me suis borné à préparer l'isobutyrylacétamide et l'isobutyrylacetanilide, afin de montrer que l'emploi de la pyridine est encore possible dans le cas présent.

» Les deux dérivés précédents s'obtiennent, le premier à froid, le second à chaud, en faisant tomber peu à peu le chlorure d'isobutyryle dans les solutions pyridiques de l'acétamide et de l'acétanilide.

(¹) Gerhardt, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3ᵉ série, t. XLVI, p. 129. — Higgin, *Chem. Soc.*, t. XLI, p. 133.

(²) Losanitsch, *D. chem. Ges.*, t. VI, p. 176. — Higgin, *loc. cit.*

(³) *Ann. Chem.*, t. CLXXVIII, p. 235.

(⁴) *Deut. chem. Ges.*, t. XXVI, p. 2852.

(⁵) *Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 128 et 326.

» Voici la liste des composés nouveaux qui ont été préparés dans le cours de ces recherches :

	Point de fusion.
p-Toluyl-*o*-hydrazotoluène	132°
Benzoyl-*p*-toluyl-*o*-hydrazotoluène	182
Benzoyl-*p*-toluylaniline	159-160
Benzoylbenzènesulfanilide	114
Dibenzènesulfanilide	143-144
Isobutyrylacétamide	177-178
Isobutyrylacétanilide	49- 50

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'emploi de l'amalgame de magnésium en Chimie organique.* Note de M. **Louis Meunier**, présentée par M. A. Haller.

« L'amalgame de magnésium et les alcoolates qu'il permet de préparer [1] peuvent encore être utilisés avec succès dans un certain nombre de synthèses et, en particulier, dans les cas suivants :

» *Préparation du diphénylméthane.* — On prépare l'amalgame dans un ballon à partir de 1^{at} de magnésium, en se conformant aux indications données antérieurement; on ajoute :

1^{mol} de chlorure de benzyle;
1^{mol} de benzène monobromé.

» La réaction s'amorce à froid; on la continue en chauffant pendant 5 à 6 heures, jusqu'à disparition du magnésium.

» Le produit de la réaction est traité par l'eau, puis additionné d'acide acétique jusqu'à réaction acide; il se sépare immédiatement un liquide qui surnage; ce liquide est décanté et soumis à un entraînement à la vapeur d'eau qui élimine les réactifs n'ayant pas réagi. Il reste comme résidu du diphénylméthane presque pur sous forme d'un liquide visqueux très légèrement coloré en jaune.

» *Préparation des dérivés éthylés du malonate d'éthyle.* — Le malonate d'éthyle n'est pas attaqué par le magnésium, même à chaud, tandis qu'une solution de malonate dans la benzine anhydre dissout parfaitement ce métal, lorsqu'il est à l'état d'amalgame, sous l'influence d'une très légère élévation de température.

(1) *Comptes rendus,* mars 1902.

» La réaction se poursuit régulièrement et l'on obtient en fin de réaction un liquide jaune verdâtre qui, après élimination de la benzine, donne une masse visqueuse puis résineuse de couleur jaune citron.

» L'action substituante du magnésium ne porte que sur le groupement $CH^2 <$ du malonate; la fonction éther-sel n'est pas attaquée; si l'on soumet en effet le dérivé magnésien à l'action de l'eau bouillante, il y a régénération du malonate d'éthyle.

» En dissolvant par exemple un atome de magnésium dans deux molécules de malonate, on obtiendra

$$(C^2H^5CO^2)^2 = CH - Mg - CH = (CO^2C^2H^5)^2.$$

L'action de l'iodure d'éthyle sur ce composé conduit bien à l'obtention du dérivé mono-éthylé du malonate d'éthyle, mais, pour la préparation de ce corps, il est préférable d'employer le mode opératoire suivant :

» On prépare de l'éthylate de magnésium en faisant réagir un atome de métal à l'état d'amalgame sur un excès d'alcool absolu. Lorsque la réaction est terminée, on introduit deux molécules de malonate d'éthyle et l'on chauffe au réfrigérant ascendant jusqu'à ce que l'éthylate ait complètement disparu et soit transformé en dérivé magnésien du malonate d'éthyle.

» On ajoute alors un peu plus de deux molécules d'iodure d'éthyle et l'on maintient le chauffage au réfrigérant ascendant pendant 5 à 6 heures. Au bout de ce temps, on laisse refroidir; il se forme un dépôt abondant d'iodure de magnésium qu'il est inutile de séparer; on traite toute la masse par l'eau, ce qui détermine la formation d'un magma blanc que l'on additionne par petites portions d'acide chlorhydrique jusqu'à dissolution et séparation de deux couches.

» La couche inférieure est décantée, desséchée, puis soumise à la distillation; il passe vers 72° un peu d'iodure d'éthyle non combiné, puis la température monte rapidement vers 207°, et la majeure partie du produit, constituée par le dérivé monoéthylé du malonate d'éthyle, passe entre 207° et 209°.

» On peut passer du dérivé monoéthylé au dérivé diéthylé; pour cela, on chauffe pendant 5 heures, au refrigérant ascendant, le dérivé monoéthylé avec l'éthylate de magnésium à raison de deux molécules de dérivé monoéthylé pour une d'éthylate; puis l'on ajoute deux molécules d'iodure d'éthyle et l'on chauffe à nouveau pendant 8 heures. Le résultat de la réaction est repris par l'eau, puis par l'acide acétique, il se sépare deux couches; la couche inférieure est décantée, séchée sur le carbonate de potasse, puis soumise à la distillation; le diéthylmalonate passe entre 220° et 222°, mais le rendement est bien inférieur à celui que l'on obtient pour le dérivé monoéthylé.

» *Remarque.* — A. Valeur (¹) a démontré que si l'on faisait réagir un excès d'éthyliodure de magnésium C^2H^5MgI sur le malonate d'éthyle il y avait attaque des fonctions éther sel et formation d'une combinaison qui, détruite par l'eau, conduisait à l'obtention du glycol bitertiaire

$$(C^2H^5)^2 = C(OH) - CH^2C(OH) = (C^2H^5)^2$$

ou plutôt de son produit de déshydratation :

$$(C^2H^5)^2 = C = CH - C(OH) = (C^2H^5)^2.$$

» Il semblerait donc, au premier abord, que l'éthyliodure de magnésium ne réagit pas sur le groupement $CH^2<$; j'ai repris cette expérience en faisant tomber une seule molécule d'éthyliodure de magnésium en solution éthérée sur une molécule de malonate d'éthyle; il se produit une réaction très vive, il se dégage de l'éthane à chaque addition et il se forme une masse solide, pâteuse.

» La réaction produite par la première molécule d'éthyliodure peut être exprimée par la relation :

$$C^2H^5MgI + CH^2 \begin{cases} COO\,C^2H^5 \\ COO\,C^2H^5 \end{cases} = \underset{\substack{| \\ MgI}}{CH} \begin{cases} COO\,C^2H^5 \\ COO\,C^2H^5 \end{cases} + C^2H^6.$$

» En effet, si l'on traite par l'eau le produit de la réaction, il y a régénération intégrale du malonate d'éthyle et formation de $MgI(OH)$.

» *En résumé,* l'action des organomagnésiens mixtes, décrits par Grignard (²), sur le malonate d'éthyle porte d'abord sur le groupement $CH^2<$, puis ensuite sur les fonctions éther sel, tandis que l'action du magnésium à l'état d'amalgame sur le même composé n'atteint que le groupement $CH^2<$. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'aldéhyde ortho-toluique.* Note de M. **H. Fournier**, présentée par M. Haller.

« On a obtenu jusqu'ici l'aldéhyde ortho-toluique en faisant agir l'azotate de plomb sur le chloro-orthoxylène, ou en oxydant l'orthoxylène par le chlorure de chromyle ou le bioxyde de manganèse.

» Mais, comme il est difficile d'avoir ce carbure à l'état de pureté, il s'ensuit que l'aldéhyde ortho-toluique contient une notable proportion de ses

(¹) *Comptes rendus,* t. CXXXII, p. 833.

(²) *Thèse de doctorat,* 1901.

isomères. On obtient, au contraire, l'aldéhyde ortho-toluique pure par oxydation de l'alcool correspondant.

» J'ai préparé celui-ci par la méthode de MM. Tiffeneau et Delange (*Comptes rendus*, t. CXXXVII, 1903, p. 573), puis je l'ai oxydé par le bichromate de potassium et l'acide sulfurique.

» Le mélange oxydant est versé par portions dans l'alcool ortho-toluique, puis on termine la réaction en chauffant 1 heure au bain-marie bouillant.

» L'aldéhyde formée est entraînée par un courant de vapeur d'eau, dissoute dans l'éther, puis combinée au bisulfite de sodium.

» La combinaison bisulfitique, préalablement dissoute dans l'eau, est décomposée à froid par la soude; l'aldéhyde mise en liberté est enlevée avec de l'éther, privée de ce dissolvant, puis distillée. Elle bout à 90° sous la pression de 20^{mm}, à 197° (temp. corrigée) sous la pression ordinaire.

» Le rendement est d'environ 50 pour 100.

» Elle se combine avec l'hydrazine en donnant une hydrazone, qui après cristallisation dans l'alcool fond à 97°.

» Sa semicarbazone, cristallisée dans l'acétate d'éthyle, fond à 209°. Ce point de fusion est très proche de celui de la semicarbazone de l'aldéhyde paratoluique, corps qui ne paraît pas avoir été décrit jusqu'ici, et qui se présente sous la forme d'aiguilles blanches, fusibles avec décomposition à 215°.

» L'emploi de la semicarbazide pour caractériser les aldéhydes aromatiques présente quelques inconvénients, notamment son prix élevé et les faibles différences qui existent entre les points de fusion des semicarbazones.

» On peut la remplacer avantageusement par la benzylphénylhydrazine asymétrique, qui réagit immédiatement à froid sur les aldéhydes en donnant des corps très facilement purifiables. Une ou deux cristallisations dans l'alcool permettent de les obtenir sous forme d'aiguilles soyeuses, blanches, inaltérables à la lumière et à l'air.

» J'ai préparé les combinaisons suivantes :

Benzylphénylhydrazone de l'aldéhyde	orthotoluique,	fond à......	87°
»	paratoluique,	fond à......	140°
»	phénylacétique,	fond à......	83°
»	*p*-éthylbenzoïque,	fond à......	104°

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la coagulation de l'amidon.*
Note de MM. **J. Wolff** et **A. Fernbach**, présentée par M. Schlœsing fils.

« Nous avons reconnu la présence, dans les graines de céréales vertes, d'une substance possédant la propriété de précipiter l'amidon soluble de ses solutions. Cette précipitation présente tous les caractères d'une coagulation diastasique, et nous proposons pour la diastase nouvelle le nom d'*amylo-coagulase*.

» Cette diastase ne se rencontre pas seulement dans les grains verts; elle existe, d'une manière générale, associée à l'amylase dans un grand nombre de grains mûrs, dans les graines de céréales en voie de germination, dans les feuilles, etc.

» Les coagulations les plus nettes nous ont été fournies par une macération de 10^{g} de malt moulu dans 100$^{cm^3}$ d'eau. 5$^{cm^3}$ de cet extrait suffisent pour coaguler, en 20 à 30 minutes, à la température de 15° à 25°, 100$^{cm^3}$ d'une solution d'amidon soluble renfermant de 4 à 4,5 pour 100 d'amidon sec. Cette solution d'amidon a été obtenue en chauffant pendant 2 heures à 130°, dans la vapeur d'eau, de l'empois de fécule de pomme de terre.

» Dans la solution d'amidon additionnée d'extrait de malt, on voit apparaître tout d'abord un trouble qui s'accentue de plus en plus, et finit par se résoudre en grumeaux volumineux. Si l'on opère avec une solution d'amidon plus concentrée, on observe une coagulation plus rapide, avec prise en masse de l'amidon précipité.

» Si l'on se place dans des conditions autres que celles que nous venons d'indiquer, en diminuant soit la concentration de l'amidon, soit la quantité d'extrait de malt, la coagulation se trouve considérablement retardée, et peut même ne pas se produire. Le fait s'explique naturellement par la présence d'amylase, dont l'action saccharifiante prédomine, et s'exerce sur l'amidon coagulé comme sur l'amidon soluble. Cette action, antagoniste de l'amylo-coagulase, peut être paralysée si l'on opère à une température suffisamment basse. On peut aussi l'entraver par l'addition d'une substance retardatrice, comme la soude caustique, qui gêne moins l'amylo-coagulase que l'amylase.

» La coexistence et l'action simultanée de l'amylo-coagulase et de l'amylase font comprendre facilement pourquoi, même dans les conditions les plus favorables, on n'arrive à coaguler qu'une partie de l'amidon soluble mis en expérience. La quantité d'amidon que nous avons pu coaguler dans nos expériences les plus satisfaisantes n'a jamais dépassé 30 pour 100 de l'amidon mis en œuvre.

» Parmi les divers corps dont nous avons essayé l'influence sur l'amylo-coagulase, nous n'avons observé jusqu'ici d'effet très appréciable que pour les acides et les alcalis. La moindre trace d'acide ou d'alcali *libre* retarde notablement la coagulation, et des doses minimes suffisent pour l'empêcher ($\frac{1}{10000}$ d'acide acétique ou de soude). La coagulase se comporte donc à ce point de vue comme l'amylase du malt.

» L'action de l'amylo-coagulase ne saurait être envisagée comme résultant de la réversibilité d'une des deux diastases (liquéfiante et saccharifiante) dont on admet l'existence dans l'amylase du malt. En effet, un extrait de malt perd tout pouvoir coagulant lorsqu'il est exposé pendant 5 minutes à la température de 65°; son maintien à 60° pendant 15 minutes reste sans effet appréciable. L'extrait de malt, dont le pouvoir coagulant a été détruit par la chaleur, conserve encore la propriété de liquéfier l'empois d'amidon et de le saccharifier, même si sa température a été portée à 70°.

» Une autre circonstance qui nous oblige également à rejeter l'hypothèse de la réversibilité de la diastase liquéfiante, c'est que l'amidon solubilisé par l'amylase ne se prête pas, comme celui qui a été solubilisé par chauffage sous pression, à des expériences de coagulation aussi nettes. Avec l'empois de fécule liquéfié par l'amylase, on n'observe qu'un trouble laiteux plus ou moins accentué, accompagné quelquefois d'une précipitation minime. Il semble que la majeure partie de l'amidon ait subi un changement d'état moléculaire assez avancé, empêchant le retour en arrière, vers la forme solide. Cependant, au point de vue de la saccharification par l'amylase, nous n'avons trouvé aucune différence entre ces deux amidons solubles.

» L'amidon coagulé, recueilli et lavé à l'eau froide aussitôt après sa coagulation, présente encore, comme l'amidon soluble primitif, la propriété de se dissoudre facilement dans l'eau chaude. Observé au microscope, l'amidon en flocons gélatineux, précipité par une coagulation rapide, se présente en masses très peu réfringentes, dans lesquelles la coloration par l'iode fait voir une agglomération de granules punctiformes. Si, au contraire, la coagulation s'est produite très lentement, l'amidon apparaît comme un précipité blanc pulvérulent, composé de petits granules rappelant l'aspect des granules les plus petits des amidons naturels.

» La plupart des faits signalés ci-dessus ont été établis en faisant agir de l'extrait de malt vert séché sur de la fécule de pomme de terre solubilisée. Mais nous avons également produit des coagulations du même amidon soluble avec de la coagulase empruntée à d'autres sources, ce qui semble exclure l'idée que chaque variété d'amidon exige une coagulase particulière. L'extrait de malt peut d'ailleurs coaguler l'amidon de riz de même que la fécule.

» L'amylo-coagulase semble représenter un des rouages essentiels du mécanisme par lequel l'amidon se dépose à l'état solide dans les cellules végétales. Son étude formera un chapitre important dans la question de l'antagonisme des actions diastasiques. Cet antagonisme, dont la nouvelle diastase nous offre un exemple frappant, peut sans doute expliquer l'arrêt de certaines actions diastasiques, rapporté souvent jusqu'ici, par analogie avec la maltase étudiée par C. Hill, à des phénomènes de réversibilité. Il explique aussi comment une diastase peut rester ignorée, bien que présente, lorsque les conditions expérimentales dans lesquelles on la place donnent le pas à la diastase antagoniste. »

PHYSIOLOGIE COMPARÉE. — *Le sens olfactif de l'Escargot* (Helix pomatia). Note de M. **Émile Yung**, présentée par M. Yves Delage.

« Il est généralement admis depuis Moquin-Tandon que l'Escargot jouit d'un « bon odorat », ayant son siège dans le bouton terminal du grand tentacule. De là, le nom d'*organe nasal* donné, par lui, à ce dernier et les expressions de nerf et de ganglion *olfactif*, *rhinophorique*, etc., employées par nombre d'auteurs contemporains pour désigner le nerf et le ganglion qui s'y rencontrent.

» Or, il suffit d'explorer la surface du corps de cet *Helix* au moyen d'un pinceau imbibé d'une substance odorante, non corrosive, telle que l'essence de camomille ou de serpolet, par exemple, pour se convaincre que si la sensibilité olfactive existe, en effet, sur les grands tentacules, elle ne leur est point exclusivement localisée. Les petits tentacules, les lèvres, les bords du pied, la sole, la peau du dos, en un mot la surface entière des téguments non recouverts par la coquille, répondent à distance, ainsi que le font les tentacules oculés, à l'excitation des vapeurs odorantes. De nombreuses expériences faites au moyen de substances très diverses m'ont permis de démontrer que l'Escargot en est encore au stade de diffusion du sens olfactif; il sent les odeurs par toute sa peau, ainsi que le conjecturait déjà Cuvier.

» Toutefois, le degré de cette sensibilité varie selon les régions du corps. Elle est plus vive sur les tentacules que sur le dos et, à cet égard, les petits tentacules sont inférieurs aux grands (¹); mais, contrairement à l'opinion accréditée par Moquin-Tandon, un Escargot amputé de ses quatre tentacules ne modifie guère son genre de vie, il trouve sa nourriture et fuit les odeurs désagréables ou délétères.

» Qu'il s'agisse là d'un sens olfactif proprement dit ou d'un sens chimique, nous n'avons aucun moyen de le décider. D'ailleurs, quelle que soit la réponse qu'on donne à cette question, il n'en est pas moins nécessaire de remplacer les expressions rappelées plus haut, et que plus rien ne justifie, par celles de *nerf* et de *ganglion tentaculaire* qui ne préjugent pas des fonctions de ces organes.

(¹) Ce fait a été déjà constaté par M. Raphaël Dubois dans sa Note : *Sur la physiologie comparée de l'olfaction* (*Comptes rendus*, t. CXI, p. 1890).

» L'examen microscopique des éléments périphériques et ganglionnaires des deux paires de tentacules ne révèle aucune différence suffisante pour autoriser l'hypothèse d'une spécificité sensorielle propre aux uns à l'exclusion des autres. J'ajoute qu'il en est de même ailleurs. Les cellules sensorielles de la peau ne diffèrent d'un lieu à l'autre que par leur abondance ou leur taille. Nulle part elles ne se groupent en corpuscules tactiles, gustatifs, etc. et nulle part elles ne sauraient mériter le seul titre de cellules olfactives. En réalité ce sont des cellules sensorielles mixtes, impressionnables à la fois par les chocs, la chaleur, les odeurs, etc.

» Quant à la distance à laquelle l'Escargot sent les odeurs, je l'ai déterminée en plaçant un nombre constant de ces Mollusques (douze), affamés par un jeûne de quelques semaines, à la périphérie d'une circonférence dont je variais à volonté le rayon et dont le centre était occupé par un aliment : chou, laitue, melon, etc. Il était à présumer que si les Escargots sentaient l'odeur de l'aliment, ils seraient attirés vers lui. Après chaque expérience je notais la distance, et le nombre des individus attirés pendant un temps maximum de 2 heures.

» Dans la majorité des cas, l'attraction ne se manifeste qu'à petite distance n'excédant pas 2^{cm} à 3^{cm}. Les chiffres supérieurs à ceux-là sont tout à fait exceptionnels et concernent des aliments en décomposition à odeur très forte. Le plus élevé fut constaté alors que la source odorante était un melon très mûr. Je ne connais aucune substance que l'escargot reconnaisse à son odeur au delà de 40^{cm}. Pratiquement, étant donné son genre de vie et son aptitude à manger de tout, un odorat plus fin lui serait inutile. »

PHYSIOLOGIE COMPARÉE. — *Régulation osmotique des liquides internes chez les Échinodermes.* Note de MM. **Victor Henri** et **S. Lalou**, présentée par M. Alfred Giard.

« Nous avons étudié chez les Oursins (*Strongylocentrotus lividus*, *Sphaerechinus granularis* et *Spatangus purpureus*) et chez les Holothuries (*Holoturia tubulosa* et *Stichopus regalis*) comment varient leurs liquides internes lorsqu'on les place dans des solutions différentes.

» Chez les Oursins nous avons dosé le chlore et mesuré l'abaissement du point de congélation et la conductibilité électrique du liquide périviscéral ; les expériences ont été faites sur 78 Oursins.

» Chez les Holothuries (au nombre de 89) nous avons en plus étudié le liquide contenu dans la partie stomacale du tube digestif et le liquide de la vésicule de Poli.

» Voici les principaux résultats obtenus :

» 1° Chez les Oursins normaux le liquide périviscéral contient moins de chlore que l'eau de mer; la conductibilité électrique de ce liquide est inférieure à celle de l'eau de mer; l'abaissement cryoscopique est le même pour les deux.

» Ainsi, nous trouvons en moyenne $0^{mol},58$ Cl par litre dans le liquide périviscéral, et il y en a 0,61 dans l'eau de mer (à Villefranche); la conductibilité spécifique est égale pour le liquide périviscéral à 700.10^{-4} et à 732.10^{-4} pour l'eau de mer; enfin, $\Delta = 2°,22$.

» 2° Lorsqu'on place des Oursins dans l'eau de mer diluée, le liquide périviscéral diminue de concentration et se met en équilibre osmotique avec l'eau extérieure; à ce moment il contient moins de chlore que l'eau extérieure. Exemples :

Durée d'immersion.	Mol Cl par litre.	Δ du liquide périviscéral.	$K.10^4$ du liquide périviscéral.
1h 30m	0,55	2°,09	657
5	0,50	1,79	609
6 20	0,475	1,67	576
24	0,45	1,65	560

» Dans ces expériences, l'eau extérieure se composait de 3^l eau de mer + 1^l eau douce; elle contenait $0^{mol},47$ Cl par litre,

$$\Delta = 1°,65, \qquad K.10^4 = 576.$$

» 3° Le poids des Oursins placés dans l'eau de mer diluée augmente dans une proportion qui correspond à la diminution de concentration du liquide périviscéral.

» 4° Lorsqu'on place des Oursins dans de l'eau de mer diluée additionnée de saccharose en quantité isotonique à l'eau de mer, le liquide périviscéral ne change pas pendant les premières heures et, pendant ce temps, on ne trouve pas de sucre dans leur liquide interne. Le poids de ces Oursins ne change pas.

» 5° La vitesse de changement de la concentration du liquide périviscéral des Oursins dépend de deux facteurs principaux : d'une part elle dépend directement de la concentration du liquide extérieur; d'autre part, elle est très fortement influencée par la vitalité de l'animal; la régulation osmotique se fait bien plus lentement chez un animal qui ne respire pas que chez un animal respirant bien.

» 6° Chez les Holothuries normales, le liquide périviscéral a la même teneur en chlore que l'eau de mer; le liquide ambulacraire (de la vésicule de Poli) est un peu moins riche en chlore (environ $0^{mol},58$ Cl par litre); le liquide stomacal est bien moins riche en chlore, on en trouve $0^{mol},50$ par litre chez les animaux fraîchement pêchés et $0^{mol},55$ chez les animaux gardés depuis 2 jours dans l'aquarium. (Résultat conforme à celui obtenu par Enriques.)

» La conductibilité électrique du liquide stomacal est inférieure à celle de l'eau de mer; l'abaissement cryoscopique est, pour ce liquide, égal à celui de l'eau de mer. Il y a donc bien un équilibre osmotique entre ces différents liquides.

» 7° Lorsqu'on place des Holothuries dans de l'eau de mer diluée, les trois liquides étudiés par nous diminuent de concentration; cette diminution se produit parallèlement pour les trois liquides, et pendant toute la durée de l'expérience la teneur en chlore du liquide stomacal est inférieure à celle du liquide périviscéral; lorsque, après 4 heures environ, l'équilibre est atteint le liquide stomacal contient moins de chlore que le liquide périviscéral et que l'eau extérieure (résultat contraire aux affirmations de O. Cohnheim).

» 8° Si l'on suspend le tube digestif isolé dans de l'eau de mer diluée, le liquide stomacal diminue rapidement de concentration et, au bout de 2 heures environ, on trouve moins de chlore dans ce liquide que dans l'eau extérieure.

» 9° Lorsqu'on place des Holothuries dans de l'eau de mer diluée et rendue isotonique à l'eau de mer par l'addition de saccharose, de sulfate de soude, de sulfate d'ammoniaque ou d'urée, les liquides périviscéral, stomacal et ambulacraire ne changent pas pendant les premières heures.

» 10° Le liquide du tube digestif suspendu dans les mêmes solutions ne change également pas pendant les premières heures.

» 11° Dans toutes les expériences précédentes on s'est assuré que les Holothuries respirent normalement en ajoutant dans les expériences de contrôle du bleu de méthylène ou du carmin au liquide extérieur; on trouve le poumon aqueux coloré jusqu'aux dernières ramifications; la matière colorante ne pénètre pas dans la cavité cœlomique.

» *Conclusions.* — L'ensemble de ces résultats montre que les membranes qui mettent en rapport la cavité interne des Oursins avec le liquide extérieur sont des membranes semiperméables. De même la membrane du poumon aqueux, celle de la vésicule de Poli et du tube digestif chez les Holothuries sont des membranes semiperméables qui laissent passer rapidement l'eau mais ne laissent pas passer les chlorures, les sulfates, le sucre et même l'urée qui passe si facilement à travers les membranes animales et végétales étudiées jusqu'ici.

» Remarquons que l'on ne connaissait encore qu'une seule membrane animale vraiment semiperméable, c'est l'estomac de l'Aplysie, étudié par Bottazzi et Enriques. Nos résultats montrent que ces membranes doivent être plus répandues chez les animaux inférieurs qu'on ne le pense ordinairement.

» Les recherches faites à Wimereux, sous la direction de M. Giard, par M. Siedlecki sur les Épinoches (*Comptes rendus*, 14 septembre 1903) ont conduit cet auteur à l'admission de membranes semiperméables chez ces Poissons. »

HYGIÈNE. — *Sur les matières grasses et l'acidité des farines.* Note de M. BALLAND. (Extrait.)

« Dans une série de recherches présentées à l'Académie, de 1883 à 1885, j'apportais quelques faits nouveaux relatifs à l'acidité et aux matières grasses des farines. J'ai fait un pas de plus dans cette voie, avec le concours de M. Maurice Droz. Voici quelques-unes de nos principales expériences.

» I. *Germes de blé mélangés de son provenant d'une mouture récente des moulins de l'Assistance publique de Paris.*

» *Conclusions.* — Les matières grasses solubles dans l'éther, contenues dans les germes de blé mélangés de son, provenant d'une mouture récente, renferment très approximativement 83,34 pour 100 d'huile fluide et 16,66 pour 100 d'acides gras solides, ayant des points de fusion variables. En dehors de ces acides solubles à la fois dans l'éther et dans l'alcool, il existe, dans le produit initial, d'autres acides, insolubles dans l'éther seul.

» II. *Farine de blé tendre pour pain de munition, de mouture ancienne.*

» *Conclusions.* — Les matières grasses de cette ancienne farine sont constituées par environ 18 pour 100 d'huile très fluide et 82 pour 100 d'acides gras mélangés, ayant des points de fusion différents.

» L'acidité de la farine est due à plusieurs acides, les uns solubles dans l'eau, l'alcool et l'éther, les autres insolubles dans l'eau et dans l'éther.

» III. *Farine de blé dur pour pain de munition, de mouture ancienne.*

» *Conclusions.* — Les matières grasses, dans cette vieille farine, sont entièrement formées d'acides gras libres qui s'opposent à l'hydratation et à l'extraction du gluten.

» IV. *Farine du commerce de mouture récente.*

» V. *Farine du commerce de mouture ancienne, conservée en flacon bouché depuis* 1895.

» VI. *Farine du commerce étuvée, conservée en flacon bouché depuis* 1893.

» VII. *Farine pour pain de munition conservée en flacon bouché depuis* 1885.

» VIII. *Matières grasses extraites des farines conservées en flacon bouché depuis* 1884.

» *Conclusions générales.* — 1. Les matières grasses, dans les farines

fraîches, sont constituées par une huile très fluide et des acides gras solides, ayant des points de fusion différents. Avec le temps, l'huile, qui est en très fortes proportions au début, va en diminuant progressivement et finit par disparaître, alors que les acides gras suivent une marche parallèle ascendante; de telle sorte que le rapport entre l'huile et les acides gras permet de s'assurer si une farine est de mouture récente ou ancienne. Ce rapport s'établit facilement en épuisant les matières grasses, extraites par l'éther, à l'aide de l'alcool à 95°, qui dissout les acides gras et laisse l'huile insoluble.

» 2. Les acides gras, formés aux dépens de l'huile, disparaissent à leur tour et l'on finit par n'en plus trouver dans les très vieilles farines.

» 3. La transformation des matières grasses en acides gras ne s'opère pas seulement au sein des farines; elle se manifeste aussi sur les produits isolés par l'éther.

» 4. L'acidité des farines est produite par divers acides organiques qui vont en augmentant avec l'ancienneté des farines. Nos expériences, tout en confirmant et précisant certains faits relatifs à l'acidité des farines, observés par des pharmaciens militaires (Wagner, 1890 — Roeser, 1898 — Manget, 1901), montrent que cette acidité est principalement due à des acides gras solubles dans l'alcool à 95° et justifient le mode de dosage, devenu classique, que nous avons proposé en 1883.

» 5. L'acidité, premier indice de l'altération des farines, ne se rattache pas, comme je l'ai avancé, à des transformations microbiennes éprouvées par le gluten ; elle vient directement des matières grasses. Le gluten n'est atteint que lorsque les matières grasses, ou mieux les acides gras qui en résultent, commencent à disparaître.

» 6. Plus une farine contient de matières grasses, plus elle est altérable; c'est ainsi, qu'au même taux d'extraction, les farines provenant de blés durs ou mitadins sont plus altérables que les farines de blé tendre. En dehors des indications que j'ai données autrefois pour obtenir des farines de longue conservation, on devra donc choisir, de préférence, les blés tendres les plus pauvres en matières grasses. »

A 4 heures l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 19 octobre 1903.

Journal de Chimie physique, Électrochimie, Thermochimie, Radiochimie, Mécanique chimique, Stoechiométrie, publié par M. Philippe-A. Guye; t. I, fasc. 1-3, juillet-septembre 1903. Genève, Henri Kündig; Paris, Gauthier-Villars; 3 fasc. in-8°. (Présenté par M. Haller.)

Revue générale de Botanique, dirigée par M. Gaston Bonnier, Membre de l'Institut, t. XV, n° 177, livraison du 15 septembre 1903. Paris, Librairie générale de l'Enseignement; 1 fasc. in-4°.

Règle à calculs, instruction, applications numériques, tables et formules, par A. Beghin, 3e édition. Paris, Ch. Béranger, 1904. (Hommage de l'auteur.)

Untersuchung über die Eigenbevegung von Sternen in der Zone 65°-70° *nordlicher Declination,* von J.-Fr. Schroeter. (Publication des *Universitäts-Observatoriums in Christiania.*) Christiania, W.-C. Fabritius et Sonner, 1903; 1 vol. in-4°. (Offert par l'Observatoire de Christiania.)

Ad. Wernickes Lehrbuch der Mechanik, in elementarer Darstellung mit Anwendungen und Uebungen aus den Gebieten der Physik und Technik, in zwei Teilen; erster Teil: *Mechanik fester Körper,* von Dr Alex. Wernicke; vierte völlig um gearbeitete Aufgabe. Brunswick, Friedrich Vieweg, 1903. (Offert par l'éditeur.)

Un nuevo ferrocarril original en la isla Formosa (*Japon*), por Antonio Cobos Liso. (Article du Journal *El Obrero de ferrocarriles y tranvias,* 2e année, n° 47, 14 octobre 1903.) Madrid; 1 feuille in-f°.

Great trigonometrical survey of India, vol. XVII : *Electro-telegraphic longitude operations executed during the years* 1894-1896. Dehra Dun, 1901; 1 vol. in-4°.

Boletin mensal do Observatorio do Rio de Janeiro; janeiro-março, 1903. Rio-Janeiro; 1 fasc. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 27 octobre 1903.

Mémoires de l'Académie des Sciences de l'Institut de France. Tome XLVI : « Recherches sur une propriété nouvelle de la matière, activité radiante spontanée ou radioactivité de la matière », par M. Henri Becquerel. Paris, Firmin-Didot et Cie, Gauthier-Villars, 1903; 1 vol. in-4°.

Atlas photographique de la Lune, publié par l'Observatoire de Paris, exécuté par MM. M. Lœwy et P. Puiseux; 7e fascicule, comprenant : 1° *Études sur la topographie et la constitution de l'écorce lunaire* (suite); 2° Planche *g* : Image obtenue au foyer du grand équatorial coudé; 3° Planches XXXVI à XLI : Héliogravures d'après

les agrandissements sur verre de quatre clichés des années 1897, 1899 et 1901. Paris, Imprimerie nationale, 1903; texte, 1 fasc. in-4°; planches, 1 fasc. in-f°.

Les anciens Patagons, contribution à l'étude des races précolombiennes de l'Amérique du Sud, publiée par ordre de S. A. S. le Prince ALBERT Ier, par le Dr V. VERNEAU. Imprimerie de Monaco, 1903; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Albert Gaudry. Hommage de l'auteur.)

Études sur la classification et l'évolution des Hippurites, par AR. TOUCAS; 1re partie, Planches VII-XIII. (*Mémoires de la Société géologique de France : Paléontologie;* t. XI, fasc. 2.) Paris, 1903; 1 fasc. in-4°.

Mémoire sur la flexion et la torsion des solides et son application aux constructions, par EUG. FERRON. Luxembourg, L. Bück, 1903; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Bulletin de la Société normande d'Études préhistoriques; t. I, 1893; t. IX, 1901. Louviers, imp. Eug. Izambert, 1894-1902; 9 vol. in-8°. (Présenté par M. Albert Gaudry.)

Jac. Berzelius reseanteckningar, utgifna af Kungl. Svenska Vetenskapsakademien genom H.-G. SÖDERBAUM. Sockholm, P.-A. Norstedt et fils, 1903; 1 vol. in-8°.

Proceedings of the United States National Museum; vol. XXVI, pub. under the direction of the Smithsonian Institution. Washington, 1903; 1 vol. in-8°.

Water-supply and irrigation papers of the United States geological Survey; nos 65-79. Washington, 1902-1903; 15 fasc. in-8°.

Arkiv utgifvet af K. Svenska Vetenskaps-Akademien : Matematik, Astronomi och Fysik, Bd. I, häfte 1-2. *Kemi, Mineralogi och Geologi,* Bd. I, häfte 1. *Botanik,* Bd. I, häfte 1-3. *Zoologi,* Bd. I. häfte 1-2. Stockholm, 1903; 4 vol. in-8°.

Kungl. Svenska Vetenskaps-Akademiens Arslok för ar 1903. Stockholm, 1903; 1 fasc. in-8°.

Republica Argentina. *Anales del Ministerio de Agricultura : Seccion de Comercio, Industrias y Economia;* t. I, n° 1. Buenos-Ayres, 1903; 1 vol. in-8°.

Archives des Sciences biologiques, pub. par l'Institut impérial de Médecine expérimentale à Saint-Pétersbourg; t. X, n° 1. Saint-Pétersbourg, 1903; 1 vol. in-4°.

Natuurkundige Verhandelingen van de hollandsche maatschappij der Wetenschappen te Haarlem. Derde Verzameling, deel V. Haarlem, 1903; 1 vol. in-4°.

Abhandlungen der kaiserlichen Leopoldinischen-Carolinische deutschen Akademie der Naturforscher; Bd. LXXX, mit 25 Tafeln. Halle, 1903; 1 vol. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 2 NOVEMBRE 1903.

Cours de Mécanique de la Faculté des Sciences. *Traité de Mécanique rationnelle,* par PAUL APPELL, Membre de l'Institut, Doyen de la Faculté des Sciences; 2e édition entièrement refondue; t. II : *Dynamique des systèmes. Mécanique analytique.* Paris, Gauthier-Villars, 1904; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Traité de Radiologie médicale, publié sous la direction de Ch. Bouchard, Membre de l'Institut, Professeur de Pathologie générale à la Faculté de Médecine; avec

356 figures et 7 planches h. t. Paris, G. Steinheil, 1904; 1 vol. in-4°. (Hommage de M. Bouchard.)

Résultat des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht par Albert Ier, Prince souverain de Monaco, publié sous sa direction avec le concours de M. JULES RICHARD; fasc. XXIII: *Bryozoaires provenant des campagnes de l'*Hirondelle (1886-1888), par JULES JULIEN et LOUIS CALVET, avec 18 planches; fasc. XXIV: *Recherches sur l'existence normale de l'arsenic dans l'organisme,* par GABRIEL BERTRAND, avec 5 figures dans le texte. Imprimerie de Monaco, 1903; 1 vol. et 1 fasc. in-f°. (Hommage de S. A. S. le Prince Albert de Monaco.)

Carte bathymétrique des îles Açores, d'après les cartes françaises et anglaises, les sondages du *Talisman,* du *Challenger,* de S. A. S. le Prince de Monaco, *Hirondelle* et *Princesse-Alice,* et de l'*Açor,* par J. THOULET, corrigée d'après les sondages exécutés en 1902 par la *Princesse-Alice* et les travaux les plus récents. — *Banc de la Princesse-Alice,* sondages exécutés les 23, 24, 25, 26 août 1902; Carte dressée par MM. le Capitaine H.-C. CARR et CH. SAUERWEIN, Enseigne de vaisseau, 2 septembre 1902. Paris, imp. Vieillemard fils et Cie, 1903; les 2 cartes sur une seule feuille double-colombier.

(*A suivre.*)